TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA
DOS ALUNOS DO I.S.T.

N.º 96-Novembro-1938

"LUSALITE"

INCOMBUSTÍVEL
LEVE
RESISTENTE
ISOLADOR
IMPUTRESCÍVEL

fibro-cimento nacional

EM

Tubos para pressões hidráulicas de 3 a 12 K.os/cm.2
Chapas onduladas para coberturas
Chapas lisas para revestimento de tetos, tabiques, etc.
Produtos da Sociedade Portuguesa de Fibro-cimento

ÚNICOS CONCESSIONÁRIOS:

CORPORAÇÃO MERCANTIL PORTUGUESA, L.DA

Rua de S. Nicolau, 123

Telefones: 2 3948 — 2 8941 — **LISBOA** — Telegramas: Lusalite

CIMENTO TEJO

FÁBRICA EM ALHANDRA

A instalação mais moderna do País. Dois fornos rotativos em laboração. — O "CIMENTO TEJO" marca pelas suas altas resistências e regularidade, garantidas pela fiscalização contínua de tôdas as fases do fabrico, exercida por técnicos portugueses especializados.

Pedidos à Companhia "CIMENTO TEJO"

SEDE EM LISBOA
RUA DA VITÓRIA, 88, 2.º

FILIAL NO NORTE
AV. DOS ALIADOS, 20, 3.º
PORTO

NÚMERO
96
Novembro—1938

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA
DOS
ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Redacção e Administração: AV. ROVISCO PAIS, IST / LISBOA-N. / TEL. 49144 (linha 50)

DIRECTOR
Roberto M. Charters d'Azevedo
ADMINISTRADOR
PEDRO ARSÉNIO NUNES
BIBLIOTECÁRIO
CARLOS KRUS ABECASIS
CORPO REDACTORIAL
ISABEL MARIA GAGO
MANUEL REIS DE CARVALHO
ARTUR SILVA MARQUES

NÚMERO AVULSO..... 5$00

ASSINATURAS:

	3 N.os	6 N.os	12 N.os
Continente e Ilhas	12$00	23$00	44$00
Colónias Portuguesas e Espanha...	—	30$00	55$00
Estrangeiro...	—	40$00	70$00

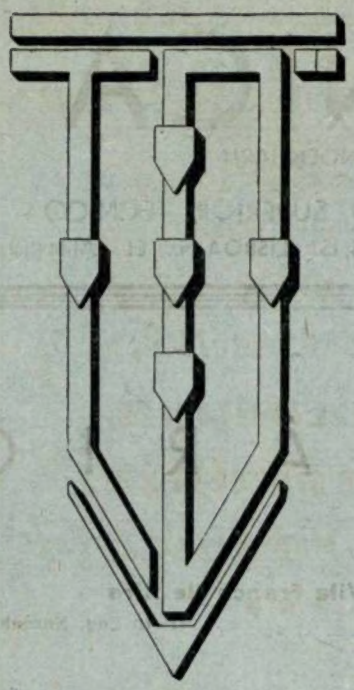
EDITOR E PROPRIETÁRIO
ASS. DOS ALUNOS DO I. S. T.

COMPOSTO E IMPRESSO
NAS
OFICINAS FERNANDES
RUA CRUZ DOS POIAIS, 103
LISBOA

SUMÁRIO

CAPA — Cais acostável de Vila Franca de Xira
(Foto Eng. Noronha Andrade)

		Págs.
Equações de Estrutura	Doutor Mira Fernandes . . .	1
Cálculo de um reservatório elevado de betão armado . . .	Engenheiro Henrique Pinto da França	7
A reconstrução do cais acostável em Vila Franca de Xira .	Eng. Abel de Noronha e Andrade	19
Nomograma para a determinação da posição da linha neutra nas vigas em T de betão armado	Eng. Fernando Vasco Costa .	26
Um moderno Instituto Electro-técnico Italiano	. . . . .	27
Relatório da Direcção e Administração da «Técnica», do ano lectivo de 1937-38 . . .	. . . . .	29
Do Mundo Técnico	. . . . .	34
Notas bibliográficas	. . . . .	38
Publicações recebidas	. . . . .	39



FUNDAÇÕES GARANTIDAS

Um processo especial para cada caso

Eng. Ricardo E. Teixeira Duarte

Projecto e execução de tôdas as fundações de responsabilidade feitas ùltimamente em Lisboa

Consolidações do solo

Captações de águas

Sondagens geológicas

EMPRÊSA DE SONDAGENS E FUNDAÇÕES L.DA

Rua Augusta, 280, 3.º e 4.º — LISBOA

Granulados de mármores
para exportação e para o país

Mosaicos de granulados de mármore

OS MAIS BONITOS
OS MAIS RESISTENTES
OS MAIS VANTAJOSOS

Soc. Portuguesa CADAN
Rua D. Estefania, 42
Telefone 47812 *Lisboa*

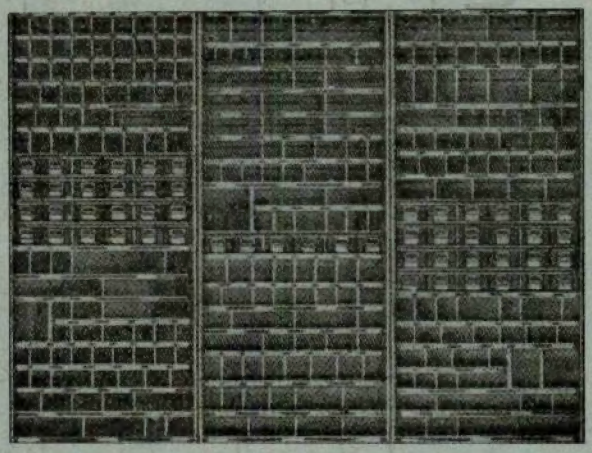
SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA
Responsabilidade Limitada
(REGISTADO)

SERRALHARIAS,
CALDEIRARIA,
FERRARIA,
FUNDIÇÕES

ESCRITÓRIO
Rua de S. Tiago, 13
LISBOA
Telefone 26572

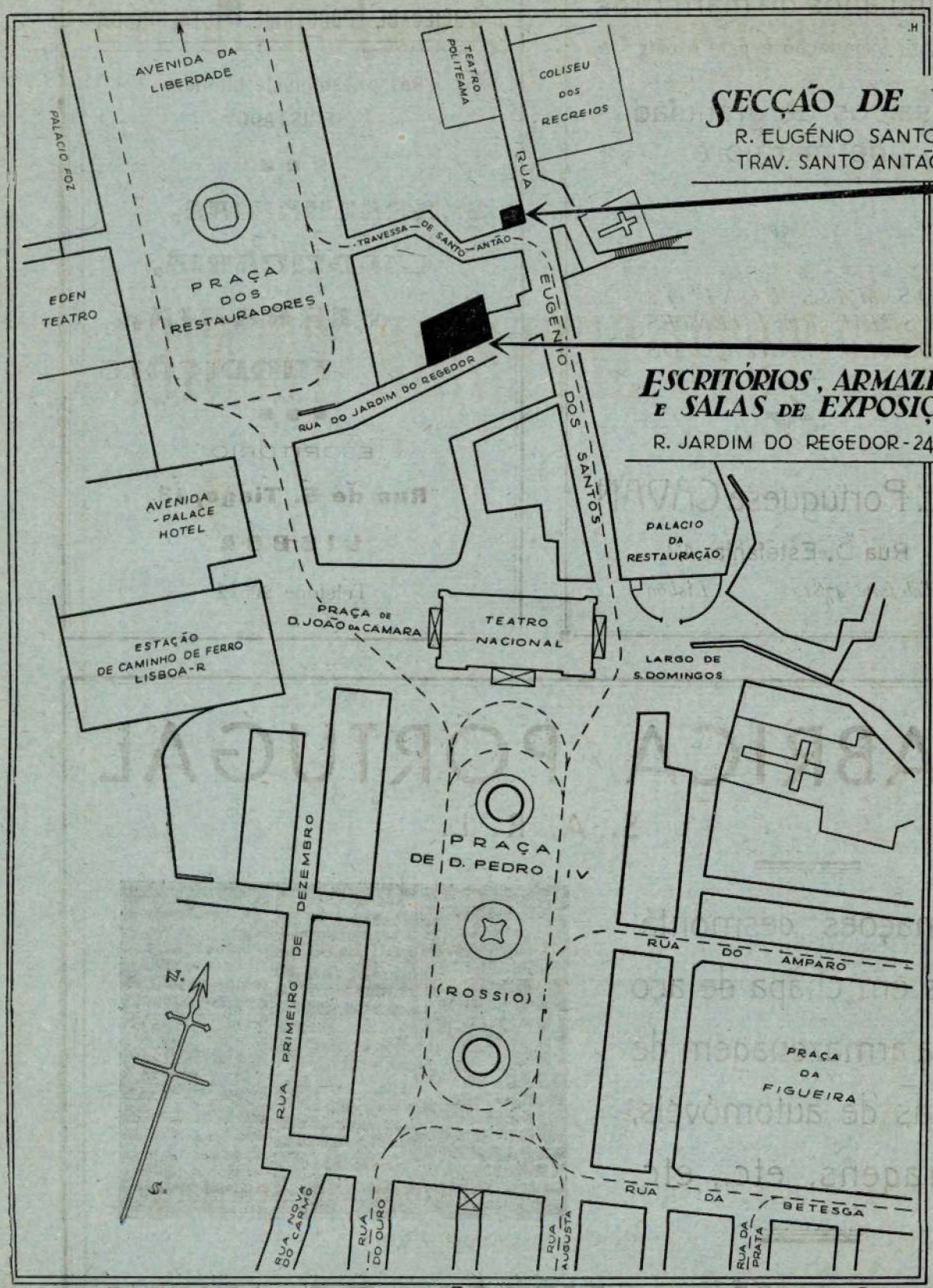
FABRICA PORTUGAL
S. A. R. L.

Armações desmontáveis em chapa de aço para armazenagem de peças de automóveis, ferragens, etc., etc.



Rua Febo Moniz -- LISBOA -- Tel. 47157/9

PARA AS SUAS COMPRAS DE: — Material para Desenho
Instrumentos de Precisão — Todos os Artigos e Livros Técnicos



PLANTA DE SITUAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DE PIEDADE & CASQUEIRO, L.DA

OFICINAS E LABORATÓRIOS

DO

INSTITUTO SUPERIOR TECNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

União Eléctrica Portugueza, S. A.

SEDE SOCIAL

Rua Duque de Loulé, 240 — PORTO

CAPITAL { Acções..... 40:000 contos
Obrigações 30:500 contos

ELECTRICIDADE DO LINDOSO

FORÇA { Hidráulica..... 40:000 HP
Térmica ..... 20:000 HP

Potência já contratada 20:000 HP
Potência disponível... 22:000 HP

Extensão total das linhas em exploração: 1:000 quilómetros

A **U. E. P.** tem as melhores tarifas e concede as maiores facilidades para electrificação de fábricas e para abastecimento de rêdes de distribuïção nos Distritos de: **Viana do Castelo, Braga, Pôrto, Aveiro, Coimbra, Vizeu e Leiria.**

Consultai a U. E. P.

CIMENTO

SECIL

Experimentem a nova embalagem em sacos de papel, absolutamente segura, impermeável e sem devolução

Delegação em Lisboa: R. DO COMERCIO, 56, 3.º

Endereço telegráfico; SECIL—Lisboa
TELEFONES: 2 8201, 2 8202 e 6 1852

FÁBRICA EM OUTÃO (SETÚBAL)

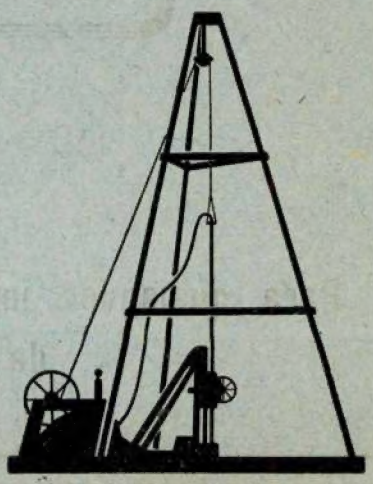
Azeitão 404 Setúbal 283

Sondages. Etanchements. Consolidations "Procédés Ródio"

Sondagens geológicas
Estudo da resistência e permeabilidade de terrenos; laboratório geofísico
Consolidação e impermeabilização de terrenos e alvenarias por meio de injecções de cimento, produtos químicos, emulsão betuminosa Shellperm, etc.
Estacas de beton armado, sistema **Ródio** sem fazer trepidar o solo
Rebocos comprimidos por «cement gun»
Fundações em terrenos difíceis por congelação artificial, ou baixando o nível da água friática.

Sociedade Anónima com séde em PARIS

As melhores referências no paiz e no estrangeiro



Engenheiro delegado para Portugal

Walter Weyermann

P. do Município, 32-2.º--LISBOA Tel. 2 8685

TÉCNICA

ROBERTO CHARTERS D'AZEVEDO
DIRECTOR

ANO XIV - N.° 96 NOVEMBRO 1938

Equações de Estrutura

PELO DOUTOR MIRA FERNANDES

Sejam

1) $x'_i = f_i(x_1, x_2, \ldots, x_n, a_1, a_2, \ldots, a_k)$ $(i = 1, 2, \ldots, n)$

as transformações dum grupo contínuo, com k parâmetros, actuando numa variedade V_n $(x_1\ x_2 \ldots\ x_n)$. Abreviadamente, representaremos 1) por

$$1')\ M' = \psi\ (M, a)$$

sendo M $(x_1\ x_2 \ldots\ x_n)$ e M' $(x'_1\ x'_2 \ldots\ x'_n)$ um ponto qualquer da variedade e o seu transformado por 1).

Sendo

$$M'' = \psi\ (M, a + da),$$

será (despresando infinitésimos de ordem superior)

$$M'' - M' = d\,M' = \sum_{\lambda=1}^{k} \frac{\partial M'}{\partial a_\lambda}\, da_\lambda$$

um vector infinitesimal, por definição de grupo contínuo, da forma

$$2)\ d\,M' = \sum_{s=1}^{k} V_s\,(M')\,\omega_s\,(a, da)\ ^{(1)}$$

sendo V_s (M') vectores, funções apenas das coordenadas de M', e ω_s (a, da) pfaffianos em relação aos parâmetros, independentes entre si.

a) Sendo

$$\omega'_s = d\,\omega_s\,(a, \delta a) - \delta\,\omega_s\,(a, da)$$

a *derivada exterior* de ω_s e

$$[\omega_p\,\omega_q] = \omega_p\,(a, da)\,\omega_q\,(a, \delta a) - \omega_p\,(a, \delta a)\,\omega_q\,(a, da)$$

o *produto exterior* de ω_p e ω_q, para dois sistemas de diferenciais paramétricas da e δa, as *equações de estrutura* de Cartan são da forma

$$3)\ \omega'_s = \sum_{(p,q)} c_{pqs}\,[\omega_p\,\omega_q] \quad (p \leq q)$$

sendo

$$4)\quad c_{pqs} = -\,c_{qps}$$

as *constantes de estrutura.*

As equações 3) não dependem das coordenadas (x_i) *dos pontos* M *da variedade, mas apenas dos parâmetros* a_i *e dos* da_i *e* δa_i.

b) Sendo f (M') uma função escalar de M' e

$$X_s f = V_s\,(M')\,/\,grad\,f\,,$$

as *equações de estrutura* de Sophus Lie são da forma

$$5)\quad (X_p\,X_q)\,f = \sum_{s=1}^{k} c_{pqs}\,X_s f$$

(1) Generalização da análise de Bouligand (Premières Leçons sur la Théorie Générale des Groupes, pág. 120).

sendo $(X_p\, X_q) f = X_p\,(X_q f) - X_q\,(X_p f)$ e c_{pqs} as mesmas constantes 4).

As equações 5) não dependem dos parâmetros a_i, mas apenas das coordenadas x_i; e, querendo dar-lhes uma forma onde não intervenha nenhum elemento (f (M')) *estranho à estrutura do grupo*, caracterizada pela equação 2), podemos escrever

$$5') \quad (X_p\, X_q) = \sum_{s=1}^{k} c_{pqs}\, X_s\,,$$

que são equações *em operadores*, (dependendo dos operadores $X_p = V_p / grad$) e não *equações em grandezas*, como as equações 3) de Cartan.

c) Vamos ver que *é possível estabelecer equações, equivalentes a 5'), relacionando entre si as grandezas vectoriais* V_s (M').

Com efeito, escrevendo que

$$(d\,M)' = d\,(\partial\, M') - \partial\,(d\,M') = 0\,,$$

resulta de 2), visto ser

$$\begin{cases} d\,(\partial\, M') = \sum_{s=1}^{k} d\,V_s\, \omega_s\,(\partial) + \sum_{s=1}^{k} V_s\, d\,\omega_s\,(\partial) \\ \partial\,(d\,M') = \sum_{s=1}^{k} \partial\, V_s\, \omega_s\,(d) + \sum_{s=1}^{k} V_s\, \partial\, \omega_s(d), \end{cases}$$

$$6) \quad \sum_{s=1}^{k} [d\,V_s\, \omega_s] + \sum_{s} V_s\, \omega'_s = 0\,.$$

Dado um ponto *qualquer* O, por exemplo o ponto de coordenadas tôdas nulas, façamos

$$P_s = O + V_s\,(M') \quad (s = 1,2,\ldots,k)\,.$$

Será

$$dV_q = dP_q - dO = \sum_{p=1}^{k} [V_p\,(P_q) - V_p\,(O)]\, \omega_p\,(d)\,.$$

E a equação 6) toma a forma

$$6') \quad \sum_{s=1}^{k} V_s\, \omega'_s = -\sum_{q=1}^{k} [d\,V_q\, \omega_q] =$$

$$= -\sum_{p,q} [V_p\,(P_q) - V_p\,(O)]\, [\omega_p\, \omega_q]\,.$$

Se fizermos

$$7) \quad V_{[pq]} = [V_p(P_q) - V_p(O)] - [V_q(P_p) - V_q(O)]$$

será, pois,

$$8) \quad \sum_{s=1}^{k} V_s\, \omega'_s = -\sum_{(p,q)} V_{[pq]}\, [\omega_p\, \omega_q]\ (p \leq q)\,.$$

Ou, em virtude das equações 3) de Cartan,

$$8') \quad \sum_{s\,(p,q)} V_s\, c_{pqs}\, [\omega_p\, \omega_q] = -\sum_{(p,q)} V_{[pq]}\, [\omega_p\, \omega_q]\,.$$

Isto é

$$9) \quad \boxed{V_{[pq]} = -\sum_{s=1}^{k} c_{pqs}\, V_s}$$

que são as equações procuradas.

Multiplicando ambos os membros de 9), internamente, por *grad f*, atendendo à expressão de $X_s\, f$ e a que (como fàcilmente se verifica)

$$10) \quad V_{[pq]} / grad\, f = -(X_p\, X_q)\, f,$$

vê-se que as equações 9) são equivalentes às equações de estrutura 5) de Sophus Lie. Mas não figura nelas um operador supérfluo (*grad f*).

Nas equações 3) de Cartan entram apenas os pfaffianos ω_s; nas equações 9), apenas os vectores V_s.

E são os ω_s e os V_s que, em virtude de 2), definem o grupo.

O ponto O pode ser qualquer, como é fácil verificar. E se, sendo, em geral,

$$V_s = B_s - A_s\,,$$

fizermos

$$11) \quad V_p\,(V_s) = V_p\,(B_s) - V_p\,(A_s)\,,$$

o símbolo $V_{[pq]}$, definido pela equação 7), pode escrever-se

$$7') \quad V_{[pq]} = V_p\,(V_q) - V_q\,(V_p).$$

I

Exemplifiquemos para o *grupo afim* do espaço ordinário. (Notações de Cartan)

$$\begin{cases} x'_1 = a_1 + a_{11}\, x_1 + a_{12}\, x_2 + a_{13}\, x_3 \\ x'_2 = a_2 + a_{21}\, x_1 + a_{22}\, x_2 + a_{23}\, x_3 \\ x'_3 = a_3 + a_{31}\, x_1 + a_{32}\, x_2 + a_{33}\, x_3\,. \end{cases}$$

É um grupo com 12 parâmetros.

Segundo a regra (*vidè*, por exemplo, *La méthode du repère mobile...* pág. 30, *Actualités 194)* fazendo $x'_i = f_i(x, a)$ $(i = 1, 2, 3)$ ha que resolver o sistema

$$\text{a)} \quad \sum_k \frac{\partial f_i}{\partial a_k} d\, a_k = \sum_i \frac{\partial f_i}{\partial x_i} d\, x_i \quad (i = 1, 2, 3)$$

em ordem aos $d\, x_i$. [1]

Vem

$$\text{b)} \begin{cases} d\, a_1 + x_1\, d\, a_{11} + x_2\, d\, a_{12} + x_3\, d\, a_{13} = \\ \qquad = a_{11}\, d\, x_1 + a_{12}\, d\, x_2 + a_{13}\, d\, x_3 \\ d\, a_2 + x_1\, d\, a_{12} + x_2\, d\, a_{22} + x_3\, d\, a_{23} = \\ \qquad = a_{21}\, d\, x_1 + a_{22}\, d\, x_2 + a_{23}\, d\, x_3 \\ d\, a_3 + x_1\, d\, a_{31} + x_2\, d\, a_{32} + x_3\, d\, a_{33} = \\ \qquad = a_{31}\, d\, x_1 + a_{32}\, d\, x_2 + a_{33}\, d\, x_3 \end{cases}$$

Fazendo

$$D = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}$$

e chamando A_{ik} o complemento algébrico de a_{ik}, vem

$$\text{c)} \left\{ \begin{aligned} d\, x_1 &= \omega_1 + \omega_{11}\, x_1 + \omega_{12}\, x_2 + \omega_{13}\, x_3 \\ d\, x_2 &= \omega_2 + \omega_{21}\, x_1 + \omega_{22}\, x_2 + \omega_{23}\, x_3 \\ d\, x_3 &= \omega_3 + \omega_{31}\, x_1 + \omega_{32}\, x_2 + \omega_{33}\, x_3 \end{aligned} \right.$$

sendo

$$\text{d)} \left\{ \begin{aligned} \omega_1 &= A_{11}\, da_1 + A_{21}\, da_2 + A_{31}\, da_3 \\ \omega_2 &= A_{12}\, da_1 + A_{22}\, da_2 + A_{32}\, da_3 \\ \omega_3 &= A_{13}\, da_1 + A_{23}\, da_2 + A_{33}\, da_3 \\ \omega_{11} &= A_{11}\, da_{11} + A_{21}\, da_{21} + A_{31}\, da_{31} \\ \omega_{12} &= A_{11}\, da_{12} + A_{21}\, da_{12} + A_{31}\, da_{32} \\ \omega_{13} &= A_{11}\, da_{13} + A_{21}\, da_{23} + A_{31}\, da_{33} \\ \omega_{21} &= A_{12}\, da_{11} + A_{22}\, da_{21} + A_{32}\, da_{31} \\ \omega_{22} &= A_{12}\, da_{12} + A_{22}\, da_{22} + A_{32}\, da_{32} \\ \omega_{23} &= A_{12}\, da_{13} + A_{22}\, da_{23} + A_{32}\, da_{33} \\ \omega_{31} &= A_{13}\, da_{11} + A_{23}\, da_{21} + A_{33}\, da_{31} \\ \omega_{32} &= A_{13}\, da_{12} + A_{23}\, da_{22} + A_{33}\, da_{32} \\ \omega_{33} &= A_{13}\, da_{13} + A_{23}\, da_{23} + A_{33}\, da_{33} \end{aligned} \right.$$

De c) resulta que os 12 vectores V_s são (representando por (a, b, c) o vector de componentes a, b, c)

$$\text{e)} \left\{ \begin{array}{ll} V_1\ (1,0,0) & V_{11}\ (x_1,0,0) \\ V_2\ (0,1,0) & V_{12}\ (x_2,0,0) \\ V_3\ (0,0,1) & V_{13}\ (x_3,0,0) \\ V_{21}\ (0,x_1,0) & V_{31}\ (0,0,x_1) \\ V_{22}\ (0,x_2,0) & V_{32}\ (0,0,x_2) \\ V_{23}\ (0,x_3,0) & V_{33}\ (0,0,x_3) \end{array} \right\}.$$

Com efeito, multiplicando as equações c) respectivamente por I_1, I_2, I_3 (vectores unitários coordenados) e somando, no primeiro membro fica $d\,M$; e, no segundo, o coeficiente de cada ω_k é V_k. Mas, como cada ω_k só figura num dos dx_i, cada V_k *tem duas* componentes nulas (como mostra e)).

As transformações infinitesimais

$X_p f = V_p / grad\ f$ são

$$\text{g)} \left\{ \begin{array}{lll} X_1 f = \dfrac{\partial f}{\partial x_1} & X_2 f = \dfrac{\partial f}{\partial x_2} & X_3 f = \dfrac{\partial f}{\partial x_3} \\ X_{11} f = x_1 \dfrac{\partial f}{\partial x_1} & X_{12} f = x_2 \dfrac{\partial f}{\partial x_1} & X_{13} f = x_3 \dfrac{\partial f}{\partial x_1} \\ X_{21} f = x_1 \dfrac{\partial f}{\partial x_2} & X_{22} f = x_2 \dfrac{\partial f}{\partial x_2} & X_{23} f = x_3 \dfrac{\partial f}{\partial x_2} \\ X_{31} f = x_1 \dfrac{\partial f}{\partial x_3} & X_{32} f = x_2 \dfrac{\partial f}{\partial x_3} & X_{33} f = x_3 \dfrac{\partial f}{\partial x_3} \end{array} \right\}$$

Os $V_{[pq]}$ calculam-se muito fàcilmente.

Por exemplo,

α) $V_{[2.13]} = V_2\ (P_{13}) - V_{13}\ (P_2) - V_2\ (0) + V_{13}\ (0) =$ (visto que as coordenadas de P_{13} são as componentes de V_{13} e as de P_2, as componentes de V_2)

$= (0,1,0) - (0,0,0) - (0,1,0) + (0,0,0) = (0,0,0) = 0.$

---

[1] Sendo

$$\begin{cases} x''_i = f_i(x'', a) & (i = 1, 2, \ldots, n) \\ x'_i = f_i(x, a + da) \end{cases}$$

as transformações que fazem passar de M'' a M' e de M a M', os pontos M e M'' são infinitamente próximos. Fazendo $x''_i = x_i + d\, x_i$, será

$$f_i\ (x + d\, x, a) = f_i\ (x, a + d\, a)\ .$$

Donde resulta a), desprezando infinitésimos de ordem superior à primeira.

β) $V_{[21.32]} = V_{21}\,(P_{32}) - V_{21}\,(0) - V_{32}\,V_{21} + V_{32}\,(0) = (0,0,0) - (0,0,0) - (0,0,x_1) + (0,0,0) = (0,0,-x_1) = -V_{31}$

γ) $V_{[23.12]} = V_{23}\,(P_{12}) - V_{23}\,(0) - V_{12}\,(P_{23}) + V_{12}\,(0) = (0,0,0) - (0,0,0) - (x_3,0,0) + (0,0,0) = (-x_3,0,0) = -V_{13}$

δ) $V_{[23]} = V_2\,(P_3) - V_2\,(0) - V_3\,(P_2) + V_3\,(0) = (0,1,0) - (0,1,0) - (0,0,1) + (0,0,1) = 0$.

ε) $V_{[11.12]} = V_{11}\,(P_{12}) - V_{12}\,(P_{11}) - V_{11}\,(0) + V_{12}\,(0) = (x_2,0,0) - (0,0,0) - (0,0,0) + (0,0,0) = (x_2,0,0) = V_{12}$

ξ) $V_{[12.21]} = V_{12}\,(P_{21}) - V_{12}\,(0) - V_{21}\,(P_{12}) + V_{21}\,(0) = (x_1\,0,0) - (0,0,0) - (0,x_2,0) + (0,0,0) = (x_1,-x_2,0) = V_{11} - V_{22}$.

Etc.

Todos os $V_{[pq]}$ são: ou nulos, ou iguais a $\pm V_s$, ou iguais a $\pm V_s \pm V_t$. Quere dizer (em virtude de 9)) que *tôdas as constantes de estrutura são iguais a zero, + 1, ou — 1,* como se sabe das equações de estrutura de Cartan, para o grupo afim:

$$\begin{cases} \omega'_i = \sum_k [\omega_k\ \omega_{ki}] \\ \omega'_{ij} = \sum_k [\omega_{ik}\ \omega_{kj}] \ (^1) \end{cases}$$

Comparando e) com g), vê-se que é muito mais simples escrever as equações 9) do que as equações 5).

---

(1) É fácil ver, que, com as nossas notações, as equações de estrutura do grupo afim, expressas nos $V_{[pq]}$, são

$$\begin{cases} V_{[ih]} = 0 \\ V_{[ik\,.\,h]} = V_i\,\delta_{kh} \\ V_{[hi\,.\,ik]} = V_{hk}\cdot\delta_{il} - V_{il}\,\delta_{hk} \end{cases}$$

sendo

$$\delta_{ik} \begin{cases} = 0 \text{ para } i \gtrless k \\ = 1 \text{ para } i = k\,. \end{cases}$$

É claro que os resultados finais (com um *grad f* inútil) são os mesmos. Assim (com os exemplos que acabamos de dar)

α) $(X_2\,X_{13})\,f = X_2\,(X_{13}\,f) - X_{13}\,(X_2\,f) =$

$$= \frac{\partial}{\partial x_2}\left(x_3\frac{\partial f}{\partial x_1}\right) - x_3\frac{\partial}{\partial x_1}\left(\frac{\partial f}{\partial x_2}\right) =$$

$$= x_3\frac{\partial^2 f}{\partial x_1\,\partial x_2} - x_3\frac{\partial^2 f}{\partial x_2\,\partial x_1} = 0\,.$$

Como $V_{[2\cdot 13]} = 0$ é

$(X_2\,X_{13})\,f = -V_{[2\cdot 13]}\,/\,grad\,f$ (equação 10)).

β) $(X_{21}\,X_{32})\,f = X_{21}\,(X_{32}\,f) - X_{32}\,(X_{21}\,f) =$

$$= x_1\frac{\partial}{\partial x_2}\left(x\,\frac{\partial f}{\partial x_3}\right) - x_2\frac{\partial}{\partial x_3}\left(x_1\frac{\partial f}{\partial x_2}\right) =$$

$$= x_1\left(\frac{\partial f}{\partial x_3} + x_2\frac{\partial^2 f}{\partial x_3\,\partial x_2}\right) - x_1\,x_2\frac{\partial^2 f}{\partial x_2\,\partial x_3} =$$

$$= x_1\frac{\partial f}{\partial x_3} = X_{31}\,f\,.$$

Como $V_{[21\cdot 32]} = -V_{31}$, é

$(X_{21}\,X_{32})\,f = -V_{[21\cdot 32]}\,/\,grad\,f$ (equação 10)).

γ) $(X_{23}\,X_{12})\,f = X_{23}\,(X_{12}\,f) - X_{12}\,(X_{23}\,f) =$

$$= x_3\frac{\partial}{\partial x_2}\left(x_2\frac{\partial f}{\partial x_1}\right) - x_2\frac{\partial}{\partial x_1}\left(x_3\frac{\partial f}{\partial x_2}\right) =$$

$$= x_3\left(\frac{\partial f}{\partial x_1} + x_2\frac{\partial_2 f}{\partial x_1\,\partial x_2}\right) - x_2\,x_3\frac{\partial_2 f}{\partial x_2\,\partial x_1} =$$

$$= x_3\frac{\partial f}{\partial x_1} = X_{13}\,f\,.$$

Como $V_{[23\cdot 12]} = -V_{13}$

$(X_{23}\,X_{12})\,f = -V_{[23\cdot 12]}\,/\,grad\,f$ (equação 10)).

δ) $(X_2\,X_3)\,f = X_2\,(X_3\,f) - X_3\,(X_2\,f) =$

$$= \frac{\partial}{\partial x_2}\left(\frac{\partial f}{\partial x_3}\right) - \frac{\partial}{\partial x_3}\left(\frac{\partial f}{\partial x_2}\right) =$$

$$= \frac{\partial^2 f}{\partial x_3\,\partial x_2} - \frac{\partial^2 f}{\partial x_2\,\partial x_3} = 0\,.$$

Como $V_{[2\,3]} = 0$, é

$(X_2\ X_3)\ f = -V_{[2\,3]}\ /\ grad\ f$ (equação 10)).

$$\varepsilon)\ (X_{11}\ X_{12})\ f = X_{11}\ (X_{12}\ f) - X_{12}\ (X_{11}\ f) =$$

$$= x_1 \frac{\partial}{\partial x_1}\left(x_2 \frac{\partial f}{\partial x_1}\right) - x_2 \frac{\partial}{\partial x_1}\left(x_1 \frac{\partial f}{\partial x_1}\right) =$$

$$= x_1\, x_2 \frac{\partial^2 f}{\partial x_1^2} - x_2 \left(\frac{\partial f}{\partial x_1} + x_1 \frac{\partial f}{\partial x_1^2}\right) =$$

$$= -x_2 \frac{\partial f}{\partial x_1} = -X_{12}\, f\,.$$

Como $V_{[11.12]} = V_{12}$, é

$(X_{11}\ X_{12})\ f = -V_{[11.12]}\ /\ grad\ f$ (equação 10)).

$$\xi)\ (X_{12}\ X_{21})\ f = X_{12}\ (X_{21}\ f) - X_{21}\ (X_{12}\ f) =$$

$$= x_2 \frac{\partial}{\partial x_1}\left(x_1 \frac{\partial f}{\partial x_2}\right) - x_1 \frac{\partial}{\partial x_2}\left(x_2 \frac{\partial f}{\partial x_1}\right) =$$

$$= x_2\left(\frac{\partial f}{\partial x_2} + x_1 \frac{\partial^2 f}{\partial x_2\, \partial x_1}\right) - x_1\left(\frac{\partial f}{\partial x_1} + x_2 \frac{\partial^2 f}{\partial x_1\, \partial x_2}\right) =$$

$$= x_2 \frac{\partial f}{\partial x_2} - x_1 \frac{\partial f}{\partial x_1} = X_{22}\, f - X_{11}\, f\,.$$

Como $V_{[12.21]} = V_{11} - V_{12}$, é

$(X_{12}\ X_{21})\ f = -V_{[12.21]}\ /\ grad\ f$ (equação 10)).

Etc., Etc., Etc.

II

Exemplifiquemos para o grupo *dos deslocamentos*. É um sub-grupo do grupo afim. Supomos os eixos rectangulares e que os parâmetros que figuram em D são os *nove* cosenos directores. Como entre êles há *seis* relações, só são *três* distintos, os quais, juntamente com a_1 , a_2 , a_3 , dão *seis*. O grupo dos deslocamentos tem, pois, *seis* parâmetros.

Como D é ortogonal e igual a 1 , é

$$A_{ik} = a_{ik}\,.$$

E como

$$\sum_i a^2_{ip} = 1\,, \quad \text{e} \quad \sum_i a_{ip}\, a_{iq} = 0\ ;$$

e, portanto,

$$\sum_i a_{ip}\, da_{ip} = 0 \quad \sum_i a_{ip}\, da_{iq} = -\sum_i a_{iq}\, da_{ip}\,,$$

mostram as equações d) que

$$\omega_{11} = \omega_{22} = \omega_{33} = 0$$

e

$$\omega_{12} = -\omega_{21} \quad \omega_{13} = -\omega_{31} \quad \omega_{23} = -\omega_{32}\,.$$

E as equações c) são da forma

$$\left.\begin{aligned} dx_1 &= \omega_1 + \omega_{13}\, x_3 - \omega_{21}\, x_2 \\ dx_2 &= \omega_2 + \omega_{21}\, x_1 - \omega_{32}\, x_3 \\ dx_3 &= \omega_3 + \omega_{32}\, x_2 - \omega_{13}\, x_1 \end{aligned}\right\}\ c')$$

São as fórmulas conhecidas da cinemática dos sólidos.

Os vectores V_s são agora também *seis*:

$$\left.\begin{array}{ll} V_1\ (1\,,0\,,0) & V_{13}\ (x_3\,,0\,,-x_1) \\ V_2\ (0\,,1\,,0) & V_{21}\ (-x_2\,,x_1\,,0) \\ V_3\ (0\,,0\,,1) & V_{32}\ (0\,,-x_3\,,x_2) \end{array}\right\}\ e')\,.$$

E as transformações infinitesimais

$$X_p f = V_p\, /\, grad\ f$$

são

$$X_1 f = \frac{\partial f}{\partial x_1} \quad X_{13} f = x_3 \frac{\partial f}{\partial x_1} - x_1 \frac{\partial f}{\partial x_3}$$

$$X_2 f = \frac{\partial f}{\partial x_2} \quad X_{21} f = x_1 \frac{\partial f}{\partial x_2} - x_2 \frac{\partial f}{\partial x_1}$$

$$X_3 f = \frac{\partial f}{\partial x_3} \quad X_{32} f = x_2 \frac{\partial f}{\partial x_3} - x_3 \frac{\partial f}{\partial x_2}\,.$$

Tudo isto é conhecido.

Os $V_{[pq]}$ calculam-se imediatamente. Assim

$$V_{[12\,.\,31]} = V_{12}\,(P_{31}) - V_{12}\,(0) - V_{31}\,(P_{12}) + V_{31}\,(0) =$$

$$= (0, x_3, 0) - (0,0,0) - (0,0,x_2) + (0,0,0) =$$

$$= (0, x_3, -x_2) = -V_{32}\,.$$

Mas

$$(X_{12}\ X_{31})\ f = X_{12}\ (X_{31}\ f) - X_{31}\ (X_{12}\ f) =$$

$$= x_2 \frac{\partial}{\partial x_1}\left(x_1 \frac{\partial f}{\partial x_3} - x_3 \frac{\partial f}{\partial x_1}\right) -$$

$$- x_1 \frac{\partial}{\partial x_2}\left(x_1 \frac{\partial f}{\partial x_3} - x_3 \frac{\partial f}{\partial x_1}\right) -$$

$$- x_1 \frac{\partial}{\partial x_3}\left(x_2 \frac{\partial f}{\partial x_1} - x_1 \frac{\partial f}{\partial x_2}\right) +$$

$$+ x_3 \frac{\partial}{\partial x_1}\left(x_2 \frac{\partial f}{\partial x_1} - x_1 \frac{\partial f}{\partial x_2}\right)$$

$$= x_2 \left(\frac{\partial f}{\partial x_3} + x_1 \frac{\partial^2 f}{\partial x_3\, \partial x_1} - x_3 \frac{\partial^2 f}{\partial x_1^2}\right)$$

$$- x_1 \left(x_1 \frac{\partial^2 f}{\partial x_3\, \partial x_2} - x_3 \frac{\partial^2 f}{\partial x_1\, \partial x_2}\right)$$

$$- x_1 \left(x_2 \frac{\partial^2 f}{\partial x_1\, \partial x_3} - x_1 \frac{\partial^2 f}{\partial x_2\, \partial x_3}\right)$$

$$+ x_3 \left(x_2 \frac{\partial^2 f}{\partial x_1^2} - \frac{\partial f}{\partial x^2} - x_1 \frac{\partial^2 f}{\partial x_1\, \partial x_2}\right) =$$

$$= x_2 \frac{\partial f}{\partial x_3} - x_3 \frac{\partial f}{\partial x_2} = X_{32}\, f.$$

E, portanto

$$(X_{12}\ X_{31})\, f = - V\, [_{12.31}] / \mathit{grad}\, f \text{ (equação 10)).}$$

A simplificação dos cálculos é manifesta (além da superfluidade de *grad f*).

Da exemplificação feita resulta (e a propriedade é geral) que a superabundância de desenvolvimentos, nas fórmulas de Lie, pode evitar-se, atendendo a que se anulam todos os termos onde figuram as derivadas segundas de *f*. Não entrando em linha de conta com êsses termos, o cálculo simplifica-se e resulta tão simples como o das fórmulas 9). (Esta observação é do prof. Cartan). Mas, precisamente porque, no cálculo das fórmulas 9), não figuram êsses termos que se reduzem, nem intervém nenhum elemento (*grad f*) estranho à equação 2) de definição, é que as referidas fórmulas 9) traduzem, duma maneira mais *compacta* que as de Lie (a observação é do Prof. Levi-Civita) as relações de estrutura.

CÁLCULO DE UM RESERVATÓRIO ELEVADO DE BETÃO ARMADO

PELO ENG. CIVIL **HENRIQUE PINTO DA FRANÇA**
(I. S. T.)

Os reservatórios elevados de betão armado, do tipo corrente, são estruturas complexas constituídas por elementos planos e curvos, intimamente ligados entre si.

É pois difícil, senão impossível com os conhecimentos actuais, calcular essas estruturas consideradas no seu conjunto.

Recorre-se então ao cálculo de cada um daqueles elementos, tomado isoladamente.

Acontece, porém, que se nota aí uma grande diversidade de critérios por parte dos autores que têm tratado do assunto, alguns dos quais podem muitas vezes induzir em êrro o engenheiro que, nos seus projectos, tem necessidade de incluir um reservatório dêste género.

Circunstâncias inerentes ao cargo oficial que desempenho, levaram-me a estudar o assunto com cuidado e a adoptar um tipo de cálculo que me parece racional. Pouco mais foi, afinal, que um trabalho de compilação — que a Direcção da «Técnica» achou interessante divulgar.

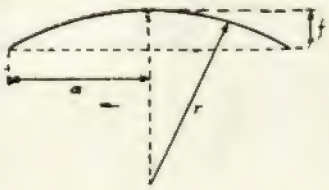
Julguei no entanto mais útil apresentar a sua aplicação ao caso concreto de um reservatório de 200^{m3} de capacidade.

*
* *

I) — Dimensões que definem a superfície interior do depósito

Diâmetro do cilindro	$7^{m},80$
Altura do cilindro.....	$3^{m},70$
Flecha da calote de cobertura.	$1^{m},10$
Raio de curvatura da calote de cobertura	

$$r = \frac{a^2 + f^2}{2\,f} = \frac{\overline{3,9}^2 + \overline{1,1}^2}{2 \times 1,1} = \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 7^{m},46$$



Altura do tronco de cone.....	$1^{m},30$
Diâmetro da base da calote do fundo (corda)	$5^{m},20$
Flecha da calote do fundo	$0^{m},75$
Raio de curvatura da calote do fundo	

$$r = \frac{\overline{2,60}^2 + \overline{0,75}^2}{2 \times 0,75} = \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 4^{m},88$$

Diâmetro da chaminé	$1^{m},70$
Altura da chaminé	$4^{m},25$

II) — Cálculo da capacidade

$$V_1 = \frac{3,14 \times \overline{7,8}^2}{4} \times 3,70 +$$

$$+ \frac{3,14}{3} \times \left[1,30 \times (\overline{3,9}^2 + \overline{2,6}^2 + 3,9 \times 2,6) - \right.$$

$$\left. - \frac{1}{2} \times 0,75\,(3 \times \overline{2,6}^2 + \overline{0,75}^2) \right]$$

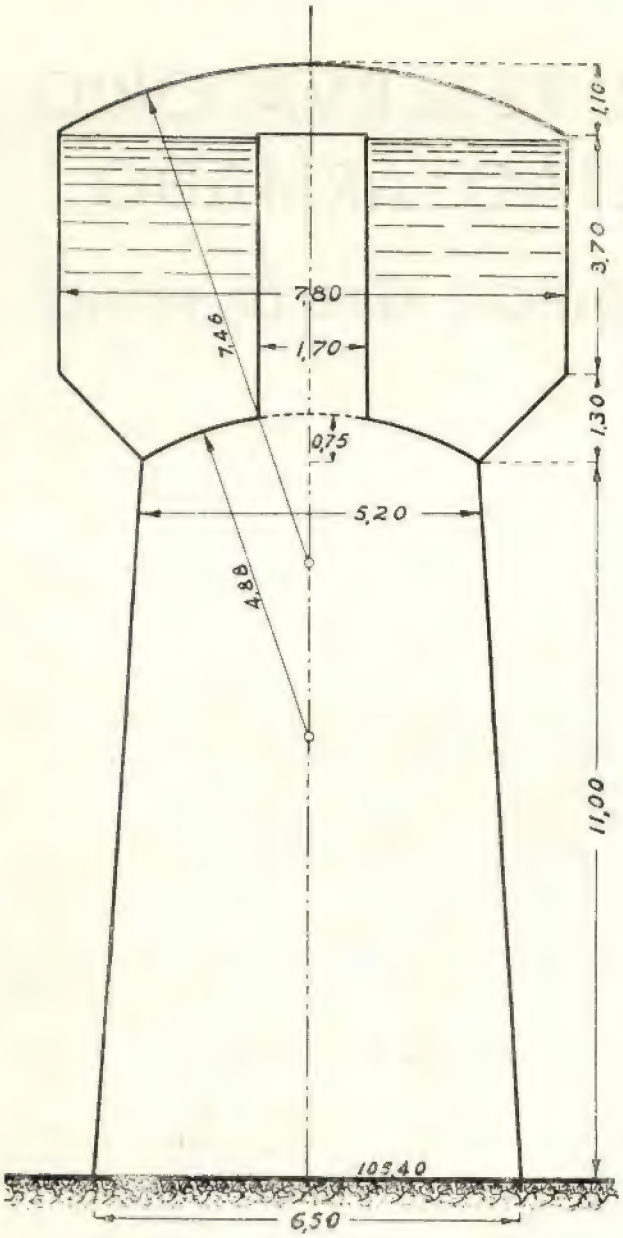
$$V_1 = 212^{m3},312$$

Volume ocupado pela chaminé

$$V_2 = \frac{3,14 \times \overline{1,70}^2}{4} \times 4,25 = 9^{m3},647$$

Capacidade útil

$$V = 212,312 - 9,647 = 202^{m3},665$$



III) — **Cálculo da calote da cobertura** (1)

Supondo ser de $0^m,10$ a espessura da calote, teremos:

Raio médio de curvatura da calote

$$r = 7,46 + 0,05 = 7^m,51$$

Raio médio da base da calote

$$a = \sqrt{2\,r\,f - f^2} = \sqrt{2 \times 7,51 \times 1,55 - \overline{1,15}^2} = 3^m,99$$

Superfície da calote de raio médio

$$S = 2\,\pi\,r\,f = 2 \times 3,14 \times 7,51 \times 1,15 = 54^m,25$$

Sobrecarga acidental por metro quadrado

$$p_1 = 150^{kg}$$

Pêso próprio por metro quadrado

$$p_2 = 1,0 \times 1,0 \times 0,1 \times 2400 = 240^{kg}$$

Carga total por metro quadrado

$$p = p_1 + p_2 = 390^{kg}$$

Carga total sôbre a calote

$$P_t = p \times S = 390 \times 54,25 = 21200^{kg}$$

Carga por metro linear do contôrno

$$P = \frac{P_t}{2\,\pi\,a} = \frac{21200}{2 \times 3,14 \times 3,99} = 850^{kg}/_m$$

Armaduras

As geratrizes são calculadas para resistirem ao esfôrço de corte proveniente da carga que se acabou de determinar:

$$A_a = \frac{850}{4/5 \times 12} = 88,6^m/_{m^2}$$

Empregaremos 5 ø $^1/_4''$ por metro linear do perímetro máximo, a que corresponde uma secção de $158,50^m/_{m^2}$.

Caminhando para o vértice da calote, o afastamento dos varões variará conforme está indicado no respectivo desenho.

As directrizes, que se não calculam, serão igualmente constituídas por varões de ø $^1/_4''$, também afastados de $0^m,20$.

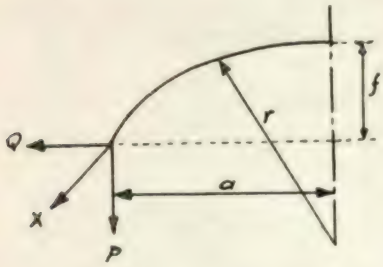
Impulsão horizontal sôbre a circunferência do contôrno

$$Q = \frac{P\,(r - f)}{a} = \frac{850\,(7,51 - 1,15)}{3,99} \cong 1360^{kg}/_m$$

(1) Seguiu-se um método de cálculo aproximado que dá resultados satisfatórios, sempre que se trate de calotes muito abatidas e de corda relativamente pequena. Quando assim não fôr, poder-se-á utilizar o método de cálculo das superfícies muito delgadas. Poucas vezes, porém, se justificará a sua aplicação.

Impulsão tangencial

$$X = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{850^2 + 1360^2} \simeq 1610^{kg}/_m$$



Verificação do trabalho do betão à compressão

Para prevenir possíveis encurvaduras da calote, tomaremos $12^{kg}/_{cm^2}$ como carga de segurança do betão à compressão.

E como, por razões de ordem construtiva, projectamos a calote com $e = 9^{cm}$ (a que devemos juntar um centímetro para rebôcos) teremos

$$R'_b = \frac{1610}{100 \times 9} = 1{,}45 < 12^{kg}/_{cm^2}$$

IV — Cálculo da cinta superior

O esfôrço de tracção resultante da impulsão Q será

$$T = Q \times a = 1360 \times 3{,}99 = 5440^{kg}/_m$$

Armadura

$$\Omega_a = \frac{T}{R_a} = \frac{5440}{10^{(1)}} = 544^m/_{m^2}$$

Para se evitar o aparecimento de fendas na ligação da cinta com a parede circular, adoptar-se-ão

$$4 \ \phi \ {}^5/_8''$$

a que corresponde uma secção de $794{,}3^m/_{m^2}$.

Os estribos serão constituídos por varões de $\phi \ {}^1/_4''$ afastados de $0^m{,}25$.

Dimensões da cinta (excluindo a espessura da parede cilíndrica)

$$0^m{,}25 \times 0^m{,}05$$

(1) Vidé cálculo da parede cilíndrica.

V — Cálculo da parede cilíndrica

A parede é calculada para suportar os esforços de tracção produzidos pela pressão da água.

Numa secção A à profundidade h, o valor do esfôrço tangencial será

$$F = \frac{1000 \times h \times D}{2} = 500 \ h \ D$$

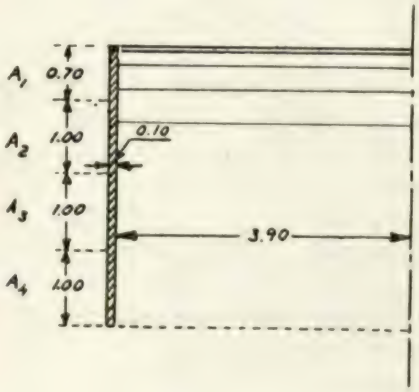
em que D é o diâmetro interior do cilindro.

A expressão que dá a secção de ferro necessária é

$$\Omega_a = \frac{F}{R_a}$$

em que $R_a = 10^{kg}/_{mm^2}$, por razões de estanqüidade.

Se dividirmos a parede nas 4 zonas indicadas no desenho junto, serão as seguintes as secções de metal, necessárias em cada uma delas:



1.ª zona

$$\Omega_1 = \frac{500 \times 0{,}70 \times 7{,}80}{10} = 273^m/_{m^2}$$

Empregaremos $6 \ \phi \ {}^3/_8''$ com $\Omega_a = 427^m/_{m^2}$

2.ª zona

$$\Omega_2 = \frac{500 \times 1{,}70 \times 7{,}80}{10} = 663{,}0^m/_{m^2}$$

Empregaremos $10 \ \phi \ {}^3/_8''$ com $\Omega_a = 760^m/_{m^2}$

3.ª zona

$$\Omega_3 = \frac{500 \times 2{,}70 \times 7{,}80}{10} = 1053\ ^{m}/_{m^2}$$

Empregaremos $9\,\phi\,^1/_2''$ com $\Omega_a = 1140^{m}/_{m^2}$

4.ª zona

$$\Omega_4 = \frac{500 \times 3{,}70 \times 7{,}80}{10} = 1443\ ^{m}/_{m^2}$$

Empregaremos $12\,\phi\,^1/_2''$ com $\Omega_a = 1520^{m}/_{m^2}$

A espessura da parede é condicionada pela estanqüidade que se pretende obter e deve ser tal que a tensão do betão à tracção não exceda $12^{kg}/_{cm^2}$ — limite a partir do qual o betão se alonga, sob tensão constante, como substância plástica, dando como resultado o aparecimento de fendas capilares. (1)

Daí resulta, para espessura na base do cilindro

$$e = \frac{F - 12 \times (m - 1) \times \Omega_a}{100 \times 12} =$$

$$= \frac{500 \times 3{,}70 \times 7{,}80 - 12 \times 14 \times 15{,}2}{100 \times 12} = 9^{cm}{,}9$$

adoptaremos uma espessura de $0^{m}{,}10$ em tôda a altura do cilindro.

A armadura de distribuïção será constituida por $8\,\phi\,^3/_8''$ por metro linear.

Pêso da parede

Como a parede levará um rebôco interior de dois centímetros e um rebôco exterior de um centímetro, teremos:

Pêso por metro linear

$$p_c = 2400 \times 1{,}00 \times 0{,}13 \times 3{,}70 = 1155\ ^{Kg}/_{m}$$

Pêso total

$$P_c = 3{,}14 \times 7{,}90 \times 1155 = 28670\ ^{Kg}$$

(1) Esta tensão limite deveria tornar-se mais baixa para atender às tensões suplementares, provenientes da contracção do betão e das variações de temperatura. Porém, a existência dos rebôcos dá-nos suficiente garantia de estanqüidade e evita-nos maiores espessuras, cujas vantagens a prática não tem demonstrado.

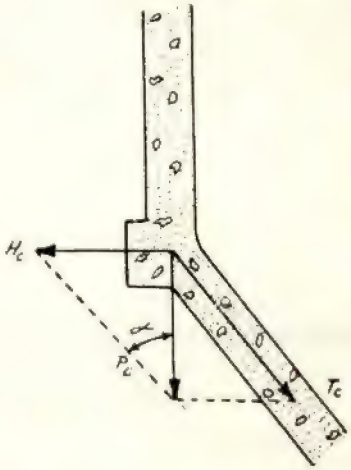
VI) — Cálculo da cinta inferior

Cargas por metro linear

Calote de cobertura.....	$850\ ^{kg}/_{m}$
Cinta superior ($0{,}25 \times 0{,}05 \times 1{,}00 \times 2400$).....	30 »
Parede cilíndrica.....	1155 »
Pêso próprio ($0{,}35 \times 0{,}05 \times 1{,}00 \times 2400$).....	45 »
Total.....	2080 »

Componente horizontal das cargas, por metro linear

$$H_c = P_c \operatorname{tg} \alpha = 2080 \times \operatorname{tg} 45^{\circ} = 2080\ ^{kg}/_{m}$$



Componente tangencial das cargas, por metro linear

$$T_c = \frac{P_c}{\cos 45^{\circ}} = 2080 \times \sqrt{2} = 2940\ ^{kg}/_{m}$$

O esfôrço da tracção a suportar pela cinta será de

$$T = H_c \times a$$

em que

$$a = 3{,}9 + 0{,}05 = 3^{m}{,}95$$

Portanto

$$T = 2080 \times 3{,}95 = 8216\ ^{kg}$$

Armadura

$$\Omega_a = \frac{T}{R_a} = \frac{8216}{10} = 821{,}6\ ^{m}/_{m2}$$

Adoptaremos

$$4\ \phi\ {}^{11}/_{16}'' \quad \text{com} \quad \Omega_a = 962\ {}^{m}/_{m^2}$$

VII — Cálculo do fundo tronco-cónico

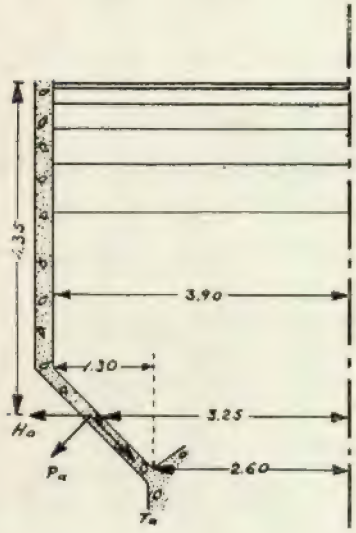
O cálculo do fundo tronco-cónico é, em tudo, idêntico ao da parede cilíndrica, tendo apenas em consideração que as geratrizes são, aqui, inclinadas a 45° (1).

Pressão da água por metro linear do perímetro médio

$$P_a = 1000 \times 1{,}00 \times 1{,}30 \times 4{,}35 \times \sqrt{2} = 8000\ {}^{kg}/_{m}$$

Componente horizontal

$$H_a = \frac{P_a}{\cos 45^\circ} = 8000 \times \sqrt{2} = 11300\ {}^{kg}/_{m}$$



Componente tangencial

$$T_a = P_a \times \operatorname{tg} 45^\circ = 8000\ {}^{kg}/_{m}$$

Pêso próprio por metro linear do perímetro médio

Sendo

$$l = \sqrt{\overline{1{,}30}^2 + \overline{1{,}30}^2} = 1^m{,}83$$

o comprimento da geratriz do tronco de cone, e se considerarmos a parede com uma espessura de 15 centímetros (aos quais devemos juntar 3 centímetros para rebocos), teremos

$$p = 1{,}00 \times 1{,}83 \times 0{,}18 \times 2400 = 790\ {}^{kg}/_{m}$$

Componente horizontal

$$H_p = p \times \operatorname{tg} 45^\circ = 790\ {}^{kg}/_{m}$$

Componente tangencial

$$T_p = \frac{p}{\cos 45^\circ} = 790 \times \sqrt{2} = 1120\ {}^{kg}$$

Resultante da pressão da água e do pêso próprio, por metro linear de perímetro médio

Componente horizontal

$$H_a + H_p = 11.300 + 790 = 12.090\ {}^{kg}/_{m}$$

Componente tangencial

$$T_a + T_p = 8.000 + 1.120 = 9.120\ {}^{kg}/_{m}$$

Esfôrço total a suportar pela armadura (directrizes)

O raio médio da parede, a meia altura do tronco de cone, é

$$a = \frac{3{,}90 + 2{,}60}{2} = 3{,}^{m}25$$

O esfôrço total a suportar pelas directrizes será pois de

$$F = (H_a + H_p) \times a = 12.090 \times 3{,}25 = 39.290\ \text{Kg}$$

Armadura (directrizes)

A secção de metal necessário para resistir a êste esfôrço será de

$$\Omega_a = \frac{39.290}{10} = 3.929^{m}/_{m^2}$$

o que corresponde a $20\,\phi\,{}^{5}/_{8}''$ distribuídos ao longo da geratriz.

Verificação da espessura da parede

Teremos

$$e = \frac{F - (m - 1) \times \Omega_a \times 12}{183 \times 12} =$$

$$= \frac{40.770 - 14 \times 43{,}29 \times 12}{183 \times 12} \cong 15^{cm}$$

(1) Verificando-se grandes diâmetros poder-se-á aplicar, também, o método de cálculo das paredes muito delgadas.

Verificação à compressão

A compressão máxima do betão dá-se na zona inferior da parede.

Portanto, a componente tangencial da resultante das fôrças actuantes será, nessa zona, por metro linear:

$$R = T_c \times \frac{3{,}90}{2{,}60} + T_a \times \frac{3{,}25}{2{,}60} + T_p \times \frac{3{,}25}{2{,}60} =$$

$$= 2.940 \times 1{,}5 + 8.000 \times 1{,}25 + 1.120 \times 1{,}25$$

$$R = 15.810 \, {}^{kg}/_{m}$$

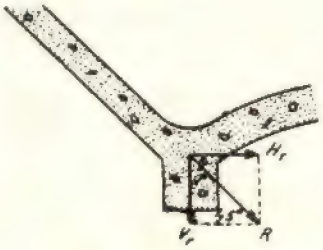
O trabalho do betão à compressão será, conseqüentemente

$$R'_b = \frac{15.810}{100 \times 15} = 10{,}5 \, {}^{kg}/_{cm^2}$$

valor êste muito inferior aos $40 \, {}^{kg}/_{cm^2}$ permitidos pelo Regulamento.

Verificação do corte (geratrizes)

A fôrça R origina, na zona de ligação da parede tronco-cónica a calote do fundo, duas fôrças iguais das quais uma, horizontal, deverá



ser suportada pela viga circular de apoio e a outra, vertical, dá origem aos esforços de corte a que deverão resistir as armaduras segundo as geratrizes.

O valor dessas componentes da fôrça R será

$$H_r = V_r = R \cos 45^\circ = 15.810 \times 0{,}707 = 11.180 \, {}^{kg}/_{m}$$

Para simplicidade de cálculo apenas determinaremos a secção de metal necessária na zona de que estamos tratando.

A secção das armaduras segundo as geratrizes deverá, pois, ser

$$A_a = \frac{11180}{\frac{4}{5} \times 1200} = 1165 \, {}^{m}/_{m^2}$$

o que corresponde a $5 \, \phi \, {}^{3}/_{8}'' + 5 \, \phi \, {}^{5}/_{8}''$ por metro linear do perímetro inferior, com uma secção total de $1349 \, {}^{m}/_{m^2}$.

VIII) — **Cálculo da calote do fundo** (1)

O cálculo dêste elemento do reservatório é, em tudo, idêntico ao da calote de cobertura.

Supondo ser de $0^m{,}12$ a espessura da calote (aos quais devemos igualmente juntar 3 centímetros para rebôcos), os elementos do cálculo serão o seguintes:

Flecha média..... $f_1 = 0{,}75 - 0{,}06 = 0^m{,}69$

Rádio médio de curvatura..... $r_1 = 4{,}88 - 0{,}06 = 4^m{,}82$

Raio médio da base da calote

$$a_1 = \sqrt{2 \, n_1 \, f_1 - f_1^2} =$$

$$= \sqrt{2 \times 4{,}82 \times 0{,}69 - \overline{0{,}69}^2} = 2^m{,}48$$

Pêso próprio por metro quadrado

$$q = 1{,}00 \times 1{,}00 \times 0{,}15 \times 2400 = 360 \, {}^{kg}/_{m^2}$$

Pêso total da calote

Sendo a superfície da calote de raio médio igual a

$$S = 2 \pi r_1 f_1 = 2 \times 3{,}14 \times 4{,}82 \times 0{,}69 = 20^{m^2}{,}93$$

o pêso total da calote será

$$S \times q_1 = 20{,}93 \times 360 = 7530 \, {}^{kg}$$

Pêso da água

O pêso da água actuando sôbre a calote é dado por

$$1000 \left[\pi \left(\frac{d^2}{4} \times h - f^2 \, r + \frac{f^3}{3} \right) \right] =$$

$$= 1000 \left[3{,}14 \left(\frac{\overline{5{,}20}^2}{4} \times 5{,}00 - \overline{0{,}75}^2 \times 4{,}88 + \right. \right.$$

$$\left. \left. + \frac{\overline{0{,}75}^3}{3} \right) \right] = 97100 \, {}^{kg}$$

(1) Convém que as armaduras dos elementos que constituem o fundo sejam distribuídas pelas suas duas faces, a-fim-de atendermos aos momentos e esforços secundarios, muito difíceis de determinar, que aparecem especialmente nas zonas de ligação. Da mesma forma, nos outros elementos se devem tomar as disposições indicadas no desenho.

A êste pêso deve descontar-se aquêle que corresponde ao volume ocupado pela chaminé,

$$1000 \times V_2 = 1000 \times 9{,}647 \cong 9650^{kg}$$

e juntar-lhe o do pêso próprio da sua parede (a que arbitramos uma espessura de $0^m{,}10$, excluindo 3 centímetros para rebôcos)

$$3{,}14 \times 1{,}60 \times 4{,}25 \times 0{,}13 \times 2400 = 6660^{kg}$$

Por consequência, a carga total a suportar pela calote será

$$7530 + 97100 - 9650 + 6660 \cong 102000^{kg}$$

Carga por metro linear do contôrno da base

$$P_2 = \frac{102000}{3{,}14 \times 5{,}2} = 6244^{kg}$$

Armadura (geratrizes)

$$A_a = \frac{6244}{\frac{4}{5} \times 1200} = 650^{m}/_{m^2}$$

Adoptaremos 10 ø $^3/_8''$ por metro linear com $A_a = 712^{m}/_{m^2}$.

A armadura de distribuïção (directrizes) ficará constituida por ø $^3/_8''$ intervalados de 15 centímetros.

Impulsão por metro linear na circunferência do contôrno

$$Q_2 = \frac{P_2\,(r_1 - f_1)}{a_1} = \frac{6244\ (4{,}82 - 0{,}69)}{2{,}48} =$$

$$= 10398^{kg}/_{m}$$

Impulsão tangencial

$$X_2 = \sqrt{P_2^2 + Q_2^2} = \sqrt{6244^2 + 10398^2} = 12130^{kg}/_{m}$$

Verificação do trabalho do betão à compressão

Não entrando em linha de conta com a secção da armadura, teremos que o trabalho do betão será

$$R'_b = \frac{12130}{100 \times 12} = 10{,}1 < 12^{kg}/_{cm^2}$$

Esfôrço de tracção sôbre a circunferência do contôrno

$$E = Q_2 \times a_1 = 10398 \times 2{,}48 \cong 25790^{kg}$$

IX — Cálculo da viga circular de apoio

Deve esta viga suportar não só a resultante das impulsões, já atrás determinadas, que lhe são transmitidas pela parede tronco-cónica e pela calote do fundo, mas também as cargas verticais transmitidas pelo reservatório, quando cheio.

Cálculo da viga à flexão

São as seguintes as cargas verticais a que a viga está sujeita:

Pêso da calote de cobertura e respectiva sobrecarga.....	21.200 Kg
Pêso da parede cilíndrica.....	28.670 »
Pêso da cinta superior (3,14 × × 8,00 × 30)	760 »
Pêso da cinta inferior (3,14 × × 8,00 × 42)	1.060 »
Pêso da parede tronco-cónica (3,14 × 6,71 × 790)	16.650 »
Pêso da calote do fundo.....	7.530 »
Pêso da chaminé.....	6.600 »
Pêso próprio (3,14 × 5,20 × 0,35 × × 0,68 × 2400).....	9.330 »
	91.800 »
Pêso da água.....	202.670 »
Total.....	294.470 »
Número de pilares.....	n = 6

Carga sôbre cada pilar

$$\frac{294470}{6} = 49080^{kg}$$

Esfôrço transverso máximo, nos apoios

$$\frac{294076}{12} = 24540^{kg}$$

Momento flector nos apoios (1)

Teremos:

$$M_a = -0{,}01482 \times 294470 \times 2{,}60 = -11347^{kgm}$$
$$= -1134700^{kgcm}$$

(1) Os valores dos momentos foram deduzidos a partir das Tabelas de Ketchum, publicadas a pág. 514 do «Beton Armé» de Magny.

Momento flector a meio da viga

$$M_m = 0{,}00751 \times 294470 \times 2{,}60 = 5750^{kgm} =$$
$$= 575000^{kgcm}$$

Momento de torsão máximo

$$M_t = 0{,}00151 \times 294470 \times 2{,}60 = 1156^{kgm} =$$
$$= 115600^{kgcm}$$

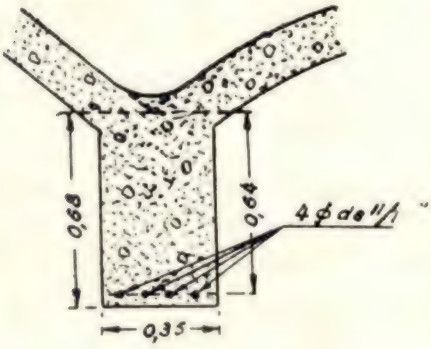
Êste momento dá-se a uma distância angular de 13° 44′, contada a partir do eixo do pilar, ou seja a cêrca de $0^m{,}58$ — onde o momento flector se anula.

Cálculo das armaduras

A) *A Meio da viga*

$$\Omega_a = \frac{M_m}{0{,}88.\,h.\,R_a} = \frac{575000}{0{,}88 \times 64 \times 1200} =$$
$$= 8^{cm^2}{,}51 = 851\ {}^m/_{m^2}$$

Adoptaremos 4 ø $^{11}/_{16}$″ com $\Omega_a = 962\ {}^m/_{m^2}$



Dispensamo-nos de apresentar aqui o cálculo das tensões a que os materiais ficam sujeitos.

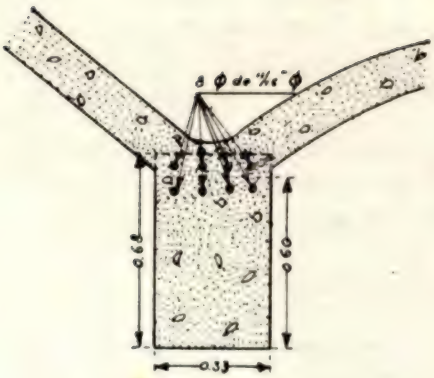
B) — *Nos apoios*

$$\Omega_a = \frac{M}{0{,}88\ h\ R_a} = \frac{1134700}{0{,}88 \times 60 \times 1200} = 17^{cm^2}{,}90$$

Empregaremos 8 ø $^{11}/_{16}$″ com $\Omega_a = 1924\ {}^m/_{m^2}$

Como a tensão é

$$F = \frac{M}{0{,}88\,h} = \frac{1134700}{0{,}88 \times 60} = 21490^{kg}$$



e o esfôrço que o betão, só por si, pode suportar é dado por

$$F' = \frac{b\,K\,R'_b\,h}{2}$$

em que

$$R'_b = 50\ {}^{kg}/_{cm^2}$$

$$K = \frac{m\,R'_b}{R_a + m\,R'_b} = \frac{15 \times 50}{1200 + 15 \times 50} = 0{,}38$$

e portanto

$$F' = \frac{35 \times 0{,}38 \times 50 \times 60}{2} = 19950^{kg} < 21490^{kg}$$

a viga necessita de uma armadura de compressão, armadura esta conseguida pelo prolongamento dos ferros da sua zona inferior, por forma a passarem sôbre os apoios.

Tensão tangencial

A tensão tangencial é dada por

$$t = \frac{T}{b \times Z}$$

em que, na secção dos apoios

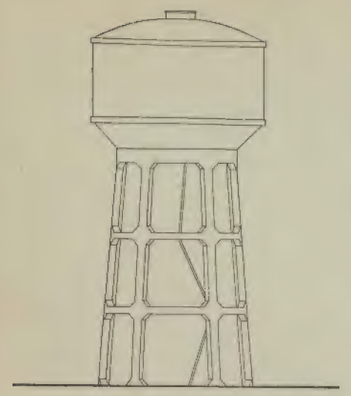
$$Z = h - \frac{y}{3} = 60 - \frac{21{,}9}{3} = 52^{cm}{,}5$$

Portanto

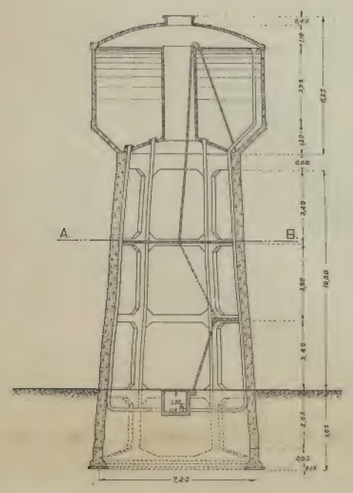
$$t = \frac{24540}{35 \times 52{,}7} = 13{,}3\ {}^{kg}/_{cm^2}$$

valor êste superior a 4 $^{kg}/_{cm2}$ e inferior a 14 $^{kg}/_{cm2}$

RESERVATORIO ELEVADO DE 200 m³ DE CAPACIDADE

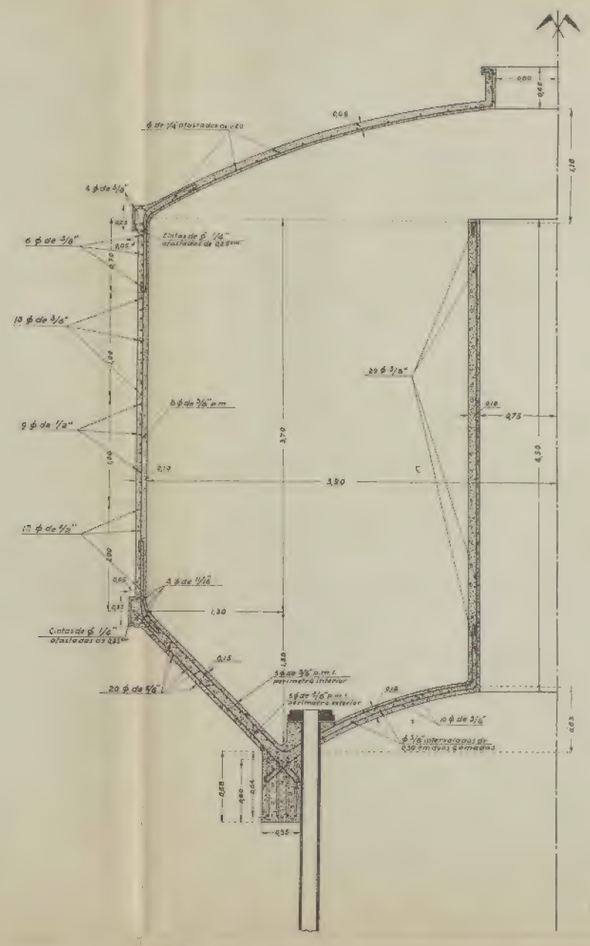


ALÇADO

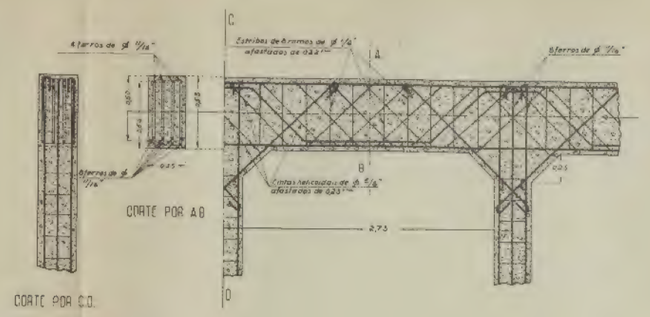


CORTE

POR C.D.



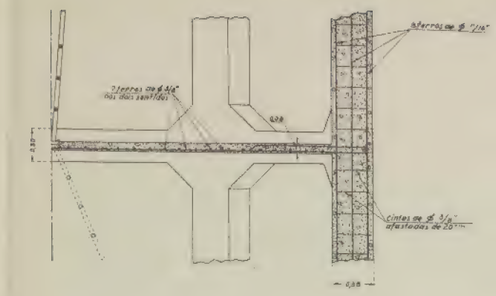
DETALHE DO DEPÓSITO



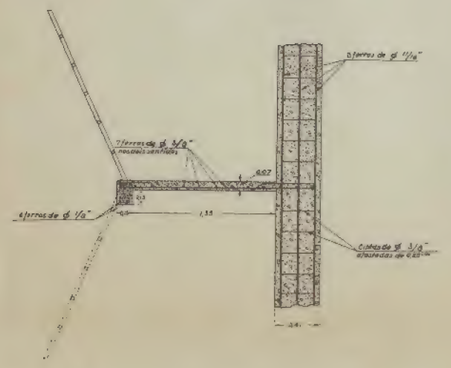
CORTE POR A.B.

CORTE POR C.D.

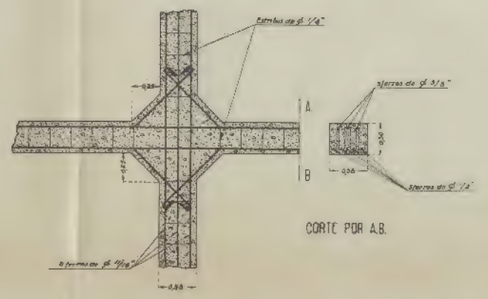
DETALHE DA VIGA CIRCULAR DE APOIO



DETALHE DO PILAR E PATIM SUPERIOR

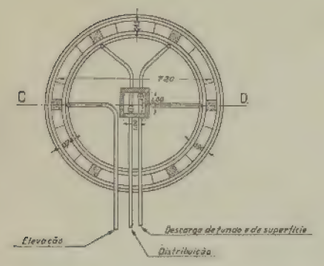


DETALHE DO PILAR E PATIM INFERIOR



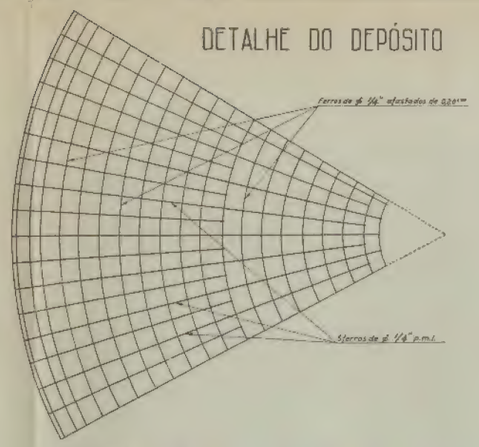
CORTE POR A.B.

DETALHE DAS TRAVESSAS

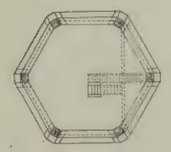


PLANTA DAS FUNDAÇÕES

ESQUEMA DA TUBAGEM

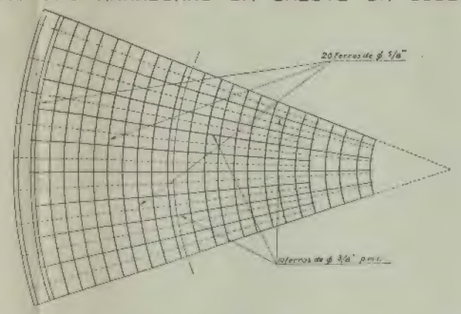


DETALHE DAS ARMADURAS DA CALOTE DA COBERTURA

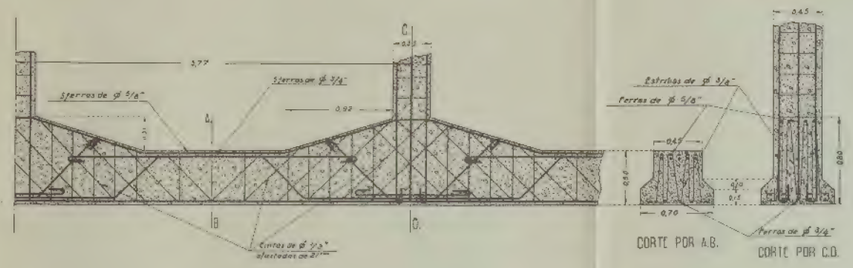


DETALHE DA ESCADA

CORTE POR A.B.



DETALHE DAS ARMADURAS DA CALOTE DO FUNDO



CORTE POR A.B.

CORTE POR C.D.

DETALHE DA VIGA CIRCULAR DE FUNDAÇÃO

Para absorver o esfôrço transverso empregaremos estribos e barras inclinadas. Estas são constituidas pelos 4 ø''/16'' da camada inferior das armaduras, na região dos apoios.

Os estribos foram calculados pelo método preconizado pelo Prof. G. Magnel, em «Pratique du Calcule du Béton Armé».

Cálculo da armadura de torsão

Seguiu-se, nesta parte do cálculo do reservatório, o método indicado por Santarella no seu livro «Cemento Armato».

Verificação ao acréscimo de fadiga produzido pela resultante das impulsões da parede tronco-cónica e da calote do fundo

O esfôrço tangencial resultante das impulsões é:

$$E - H_f \frac{d}{2} = 25790 - 11180 \times 2{,}71 = -3930^{kg}$$

Trata-se de uma pequena compressão que não merece a pena considerar.

X) — Cálculo dos pilares

Os pilares têm um comprimento total de $13^m{,}00$ divididos em 4 troços, limitados pelas travessas e pelas vigas circulares, e estão submetidos às cargas verticais transmitidas pela viga circular do fundo — cargas que são máximas quando o reservatório está cheio.

A carga sôbre cada pilar, nestas condições, será:

$$P = 49080^{kg}$$

Como os pilares são fortemente contraventados, podemos fazer o seu cálculo por troços isolados, considerando-os todos com a mesma altura, máxima, de $3^m{,}55$.

Se arbitramos uma secção, para os pilares, de $0^m{,}35 \times 0^m{,}35$ no tôpo e $0^m{,}35 \times 0^m{,}45$ na base, com jorramento constante, temos que

$$n = \frac{3{,}55}{0{,}35} = 10{,}1 < 15$$

e os pilares poderão ser calculados à compressão simples.

Mas, nesse cálculo, temos ainda que entrar em linha de conta com o acréscimo de carga sôbre cada pilar, proveniente da acção do vento, acção que podemos considerar equivalente a uma pressão de 180 $^{kg}/_{m2}$ de superfície normal à sua direcção.

No caso de superfícies curvas de revolução, essa pressão reduz-se a:

$$\frac{2}{3} \times 180 = 120\ ^{kg}/_{m2}$$

Como empregamos uma mesma armadura em tôda a altura do pilar, basta apenas verificar a secção de tôpo do seu trôço superior e a secção da base do seu trôço inferior.

Antes, porém, de procedermos a essas verificações, vamos determinar a secção daquela armadura.

Armaduras

Segundo o nosso regulamento, para aquela relação $n = 10{,}1$, a secção da armadura deve estar compreendida entre

$$A'_a = 0{,}008 \times A_b = 0{,}008 \times 35 \times 45 = 12{,}^{cm^2}60$$

$$A'_a = 0{,}06\ A_b = 0{,}008 \times 35 \times 35 = 73{,}^{cm^2}50$$

Empregaremos 8 ø $^{11}/_{16}$" com $A'_a = 19{,}^{cm^2}24$

Acção do vento

a) Na calote da cobertura

Impulsão.... .. $\frac{2}{3} \times 8{,}04 \times 1{,}20 \times 120 = 772^{kg}$

Momentos de derrubamento

na secção do tôpo.... $772 \times 6{,}10 = 4710^{kgm}$
na secção da base.... $772 \times 19{,}10 = 14.880^{kgm}$

b) — Na parede cilíndrica

Impulsão.....$8.04 \times 3{,}70 \times 120 = 3.570^{kg}$

Momentos de derrubamento

na secção do tôpo...$3.570 \times 3{,}85 = 13.745^{kg\ m}$
na secção da base...$3.570 \times 16{,}90 = 60.330^{kg\ m}$

c) — No fundo tronco-cónico

Impulsão... $\frac{8,25+5,65}{2} \times 1,30 \times 120 = 1.085^{kg}$

Momentos de derrubamento

na secção do tôpo... $1.085 \times 1,35 = 1.465^{kg\,m}$
na secção da base... $1.085 \times 14,50 = 15.730^{kg\,m}$

d) — Na viga circular do fundo

Impulsão..... $5,53 \times 0,70 \times 120 = 465^{kg}$

Momentos de derrubamento

na secção de tôpo..... $465 \times 0,35 = 165^{kg\,m}$
na secção da base... $465 \times 13,40 = 6.230^{kg\,m}$

e) — Nos pilares

Impulsão $180 \left[(0,35 + \frac{1}{2} \times 0,35) \times \right.$

$\left. \times 10,3 + (2 \times 0,50 + 0,50) \times 10,3 \right] = 3.755^{kg}$

Momento de derrubamento na secção da base $3.755 \times 6,50 = 24.400^{kg\,m}$

Sobrecarga nos pilares devida à acção do vento

a) — Na secção do tôpo

O momento de derrubamento nesta secção é:

$M_1 = 4.710 + 13.745 + 1.465 + 465 = 20.385^{kg\,m}$

A sobrecarga máxima sôbre um pilar será portanto,

$$P_{1_v} = \frac{M_1}{3\,r_1} = \frac{20.385}{3 \times 2,60} \simeq 2.615^{kg}$$ [1]

b) — Na secção da base

O momento total de derrubamento será aqui

$M_2 = 14.880 + 60.330 + 15.730 + 6230 + 24.440 = 121.610^{kg\,m}$

e a sobrecarga máxima num pilar

$$P_{2_v} = \frac{M_2}{3\,r_2} = \frac{121.610}{3 \times 3,6} = 11.260^{kg}$$

[1] Veja-se, p. e., «Cours Supérieur de Béton Armé» de G. Espitallier.

Verificação da secção dos pilares

a) — Na secção do tôpo

A carga que o pilar suporta é

$$49080 + 2615 = 51695^{kg}$$

A carga que o pilar pode suportar será

$$R_b' \times [\Omega' + (m-1)\,\Omega'_a] =$$
$$= 40[35 \times 35 + (15-1) \times 19,24] = 57775 > 51695^{kg}$$

b) — Na secção da base

As cargas actuantes são:

— devida ao pêso do depósito e da água.....	49080^{kg}
— devida à acção do vento.....	11260^{kg}
— pêso próprio — $(0,35 \times 0,40 \times \times 13,00 \times 2400)$.....	4370^{kg}
— pêso das travessas $(3 \times 0,40 \times \times 0,30 \times 3,3 \times 2400)$.....	2850^{kg}
— pêso dos patins, escadas, etc. (arbitraremos 1000^{kg})	1040^{kg}
	68600^{kg}

e a carga que o pilar pode suportar

$$40[35 \times 45 + (15-1) \times 19,24] = 73775 > 68600^{kg}$$

XI) — Cálculo da viga circular de fundação

Cada pilar descarrega sôbre a viga circular de fundação um pêso de 68600^{kg}.

Considerando uma viga com as dimensões indicadas nos desenhos, o seu pêso total será de:

$$3,14 \times 7,2 \times 0,5 \times 0,7 \times 2400 = 18990^{kg}$$

A carga total transmitida ao terreno será assim de:

$$6 \times 68600 + 18990 = 430590^{kg} \sim 431000^{kg}$$

A área total de distribuïção, supondo uma sapata de $0^m,70$ de largura é:

$$S = \pi\,(R^2 - r^2) = 3,14\,(\overline{3,95}^2 - \overline{3,25}^2) = 15^{m^2},83$$

e o trabalho sôbre o terreno, por centímetro quadrado, será:

$$\frac{431000}{158300} = 2{,}73^{kg/cm^2} < 3^{kg/cm^2}$$

Momento flector a meio da viga

$$M_m = 0{,}00751 \times 431000 \times 3{,}6 = 11652^{kg.m}$$

Momento flector nos apoios

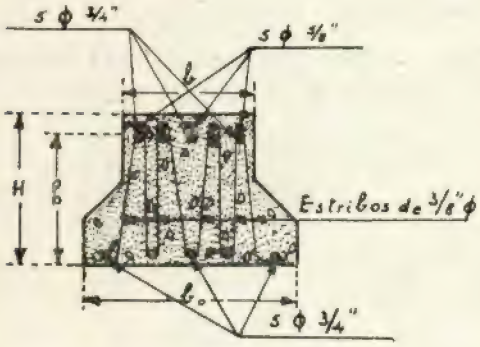
$$M_a = -0{,}01482 \times 431000 \times 3{,}6 = 22994^{kgm}$$

Momento de torsão

$$M_t = 0{,}00151 \times 431000 \times 3{,}6 = 23423^{kgm}$$

Êste momento dá-se a uma distância angular de 12° 44′ contados a partir do eixo do pilar, ou seja a cêrca de $0^m{,}80$ — onde o momento flector se anula.

Cálculo das armaduras



A) — *A meio da viga*

Armadura de tracção

$$\Omega_a = \frac{M_m}{0{,}88\ h\ R_a} = \frac{1166000}{0{,}88 \times 46 \times 12} = 23^{cm^2}{,}65$$

Adoptaremos 5 ϕ 5/8″ e 5 ϕ 3/4″ com uma secção total de

$$\Omega_a = 24^{cm^2}{,}25$$

Armadura de compressão

Empregamos 5 ϕ 3/4″ com uma secção de $\Omega_a = 14^{cm^2}{,}00$

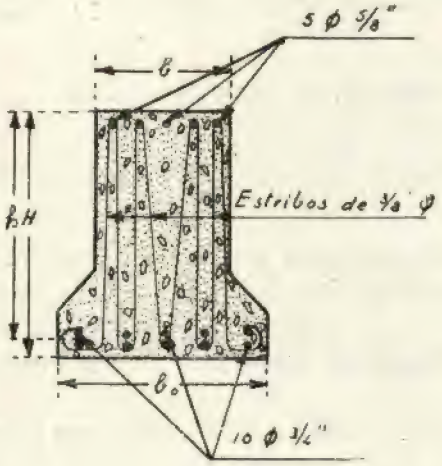
Largura da laje interessada na compressão

$$b_o = 70^{cm}$$

B) — *Nos apoios*

Armadura de tracção

$$\Omega_a = \frac{M}{0{,}88 \times h \times R_a} = \frac{2300000}{0{,}88 \times 78 \times 1200} = 27^{cm^2}{,}9$$



Adoptaremos 10 ϕ 3/4″ com uma secção de $\Omega_a = 28^{cm^2}{,}65$ que realizaremos da seguinte forma:

Como a uma distância de $0^m{,}20$ do apoio bastarão 8 varões de 3/4″, dobraremos 3 varões de 3/4″ da armadura de tracção da secção a meio da viga e prolongaremos os 5 ϕ 3/4″ da armadura de compressão na mesma secção.

Na secção dos apoios empregaremos mais 2 ϕ 3/4″ que, com os 8 já existentes, prefazem os 10 varões necessários.

Armadura de compressão

Prolongamos 5 ϕ 5/8″ da armadura de tracção calculada para a secção a meio da viga.

Esfôrço transverso

O esfôrço transverso nos apoios é $T = 36084^{kg}$, mas, como existem esquadros, podemos tomar para valor dêste esfôrço

$$T_1 = T - \frac{M}{2Z} \operatorname{sen} \alpha$$

$$T_1 = \frac{69000}{2} + \frac{19000}{12} - \frac{2300000}{2 \times 68{,}64} \times 0{,}3 = 31000^{kg}$$

À distância de $1^m,15$ do apoio (onde já não há esquadros)

$$T_2 = R_a - p\,l_1 = 36084 - 19070 \times 1,15 = 14154^{kg}$$

Tensão tangencial

Nos apoios

$$t_1 = \frac{31000}{45 \times 6864} = 10\,^{kg}/_{cm2} < 14\,^{kg}/_{cm2}$$

À distância de $1^m,15$ dos apoios

$$t_2 = \frac{14154}{45 \times 40,4} = 7,8\,^{kg}/_{cm2} < 14\,^{kg}/_{cm2}$$

Empregaremos estribos e barras inclinadas com a disposição indicada nos desenhos.

Verificação da estabilidade da construção

A compressão máxima sôbre um pilar verifica-se na hipótese do reservatório estar cheio e sujeito à acção máxima do vento, e tem por valor

$$68.600^{kg}$$

A compressão mínima dá-se no pilar diametralmente oposto àquele, quando o reservatório está vazio e para a mesma intensidade do vento; essa compressão tem por valor

$$23.560 - 11.260 = 12.300^{kg}$$

Não há pois esforços de tracção na base da construção.

Equilíbrio estático

a) — Derrubamento

O momento total de derrubamento devido à acção do vento é, como atrás se viu

$$M_d = 12610$$

O momento de estabilidade, na hipótese de carga mais desfavorável, é igual a

$$M_e = 118008 \times \frac{7,2}{2} = 424829^{kgm}$$

O coeficiente de estabilidade será

$$m = \frac{424829}{121610} = 3,49 > 2$$

b) — Equilíbrio tangencial

Tomando $f = 0,70$, o coeficiente de estabilidade ao escorregamento terá por valor

$$n = \frac{0,70 \times 118,008}{9647} = 8,5 > 2$$

A reconstrução do cais acostável em Vila Franca de Xira (*)

PELO ENG. ABEL DE NORONHA E ANDRADE
(F. E. U. P.)

Em 23 de Setembro de 1934, cêrca da meia noite, produziu-se em Vila Franca de Xira o desmoronamento de um trôço do impròpriamente chamado *cais novo,* velhíssima construção executada, ao que parece, por particulares e possìvelmente pelo município local, em época que não foi possível determinar, sôbre as ruínas de outras obras semelhantes que anteriormente houve no mesmo sítio, obras cuja destruïção havia sido provocada pela mesma causa que determinou o acidente a que nos estamos referindo: fundações insuficientes e impróprias para o terreno lodoso, em espêssa camada, sôbre que assentavam, terreno êste vulgar nas margens do curso inferior do Tejo.

Na ocasião em que se deu o acidente estava-se procedendo à dragagem da doca que existe no local. A remoção do lôdo que quási por completo a pejava e a trepidação violenta produzida pelo trânsito freqüente de combóios das linhas do Norte e Leste que passam muito perto da doca (cêrca de uma dezena de metros) destruiram o milagre de equilíbrio em que a obra se mantinha.

Arrastados pelo desmoronamento do cais ruíram uns casebres e barracões que havia nas proximidades, construções insignificantes fundadas em terreno de atêrro sem as mais rudimentares precauções tal e qual sucedia ao cais.

A reconstrução destas edificações foi feita a expensas do Estado em condições infinitamente melhores sob todos os pontos de vista embora a despêsa feita não fôsse grande.

Impunha-se igualmente a reconstrução do cais não só para garantir aos prédios reconstruidos uma protecção eficaz como também porque o pôrto de Vila Franca de Xira tem um importante movimento de mercadorias, não falando no de passageiros e gados que é também apreciável, de e para a margem oposta.

Para elaboração do projecto determinou-se prèviamente e por meio de sondagens a constituïção do terreno que é a seguinte em relação ao nível médio das águas: lôdo fluido até à profundidade de 5,^{m}50; areia fina até à profundidade de 8,^{m}00 e argila em camada espêssa daqui para baixo.

Dada a natureza do terreno e principalmente atendendo ao facto de não ser a obra desmoronada a primeira a ruir no local, as diferentes soluções possíveis de emprêgo tiveram de ser estudadas com particular cuidado atendendo-se não só à necessidade de se executar uma obra sólida e estável como também ao aspecto económico da questão.

Como foi possível obter das obras do Arsenal do Alfeite estacas pranchas metálicas em condições extremamente favoráveis de preço, a solução adoptada consistiu em substituir o muro cais arruïnado por uma estacada metálica.

Esta solução além de ser, por êste motivo, bastante económica tinha a vantagem de ser rápida. A duração mínima dos elementos que constituem a estacada está assegurada pela experiência por espaço de tempo bastante largo. De resto a substituïção de qualquer estaca prancha, acidentalmente deteriorada, pode fazer-se com relativa facilidade em qualquer ocasião e sem o menor perigo para as construções adjacentes.

O projecto apresentado pela Direcção Hi-

(*) Autorizada a publicação por despacho de Sua Ex.ª o Ministro das Obras Públicas e Comunicações de 4 de Abril de 1938.

dráulica do Tejo, superiormente aprovado e já executado, é da autoria do engenheiro civil João Monteiro da Costa Faro.

A seguir reproduzimos a parte interessante do mesmo projecto:

Constituïção da obra

O cais é constituído por um terrapleno, limitado pelo lado do rio por uma estacada contínua de estacas metálicas «Hoech» perfil II do catálogo da casa construtora, com $11^m,10$ de comprimento, unidas pelas respectivas disposições de ligação e cravadas numa viga longitudinal em caixão, constituída por dois ferros N P n.º 22, a qual por sua vez é ligada por tirantes do mesmo material com $11^m,30$, a placas de betão de $1^m,40 \times 1^m,40 \times 0^m,30$, dispostas verticalmente, destinadas a absorver o impulso horizontal.

A estacada, com a disposição adoptada, aumentou a superfície do terrapleno junto ao cais de aproximadamente $1.101^{m^2},00$, sem prejuízo apreciável do espaço destinado à flutuação das embarcações.

O terrapleno, executado de preferência com terras provenientes de escavações e com calhaus e detritos de rochas, foi regado e batido à medida que foi sendo executado, tendo sido feito por camadas sucessivas de espessuras inferiores a 20 cm.

A-fim-de reduzir o impulso das terras, previu-se a aplicação de um prisma de enrocamento na parte inferior da estacada, em tôda a sua extensão, com a disposição indicada nos desenhos e de secção transversal triangular, aproximada, de $2^m,9 \times 1^m,1$. O pavimento do terrapleno é em calçada argamassada, constituída por pedra de basalto talhada com dimensões regulares, de aproximadamente $0^m,12 \times 0^m,12 \times 0^m,12$ assente, a fresco, sôbre uma camada de $0^m,05$ de espessura de argamassa de cimento, de 250 quilos de cimento por metro cúbico de areia.

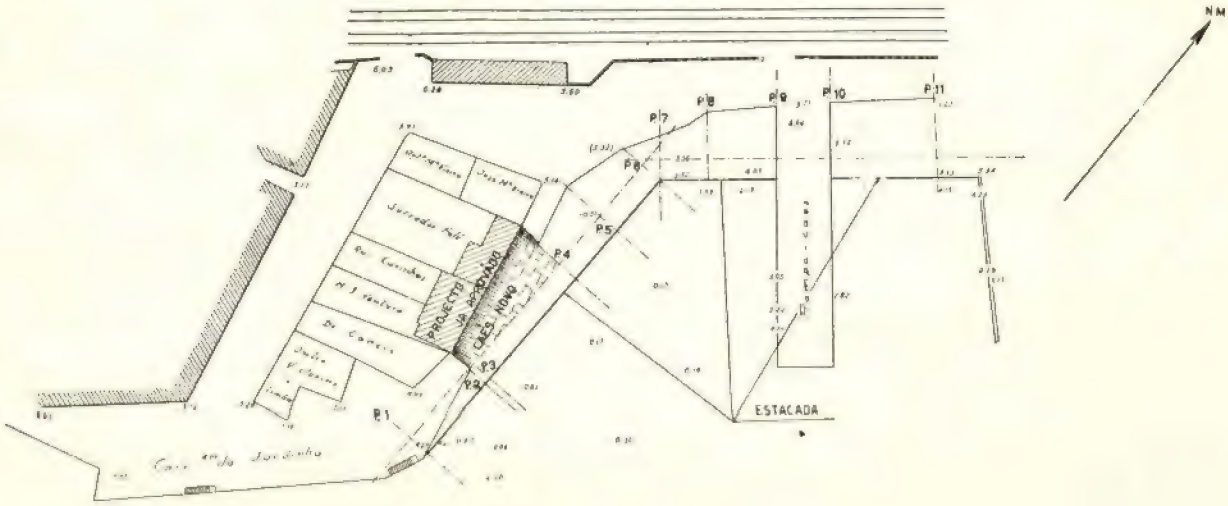
Para preservar as estacas da acção corrosiva das águas salgadas do rio, previu-se a sua pintura total a três demãos, com tinta anti-corrosiva «Royal Varnish», e bem assim a de tôdas as superfícies dos perfilados que não ficassem em contacto directo com as terras.

Para estas, e por oferecer maior garantia, interpoz-se entre êles e as terras, uma camada de argamassa de cimento com a dosagem de 250 quilos de cimento por metro cúbico de areia, envolvendo-os completamente, sendo a espessura respectiva superior a 3 cm. Na ligação do terrapleno com a rampa cais existente e sôbre estas executaram-se dois pequenos murêtes, para suporte das terras daquêle.

Cálculos justificativos

O perfil estudado apresenta $5,^m50$ de altura acima do fundo da doca.

A sobrecarga no terrapleno foi considerada de 1.500 quilos por metro quadrado; o ângulo



do talude natural e densidades adoptadas, foram respectivamente:

$\alpha_1 = 35^\circ$	$d_1 = 1.800$ Kg/m³
$\alpha_2 = 35^\circ$	$d_2 = 1.100$ »
$\alpha_3 = 16^\circ$	$d_3 = 2.100$ »
$\alpha_4 = 30^\circ$	$d_4 = 1.100$ »
$\alpha_5 = 25^\circ$	$d_5 = 1.900$ »

As marés mais baixas chegam a $0,^m70$ a partir da base e as mais altas a $5,^m00$ com uma amplitude de $4,^m30$.

No cálculo das estacas não se considerou a contra-pressão exercida pela água, por o nível desta variar e o seu efeito resultar em benefício da estabilidade.

A estacada é constituída, como se disse, por estacas pranchas de aço «Hoech» com o perfil e dimensões indicadas nos desenhos.

Alturas de carga

1.ª — Altura h_1 representativa da sobrecarga e atêrro, expressa na densidade d_1 do primeiro trôço

$$h_1 = h + \frac{P}{d} = 4,6 + \frac{1,5}{1,8} = 5,^m63$$

2.º — Altura h_2 representativa da sobrecarga total para o 2.º trôço, expressa na densidade d_2

$$h_2 = 0,70 + h_1 \frac{d_1}{d_2} = 0,70 + 5,63 \frac{1,80}{1,10} = 9,^m91$$

3.º — Altura h_3 representativa da sobrecarga total para o 3.º trôço, expressa na densidade d_3

$$h_3 = 2,60 + h_2 \frac{d_3}{d_4} = 2,60 + 9,91 \frac{1.10}{2.10} = 7^m,79$$

4.º — Altura h_4 representativa da sobrecarga total para o 4.º trôço, expressa na densidade d_4

$$h_4 = 2,45 + h_3 \frac{d_3}{d_4} = 2,45 + 7,79 \frac{2,10}{1,10} = 17^m,32$$

Linha de carga

A expressão do impulso total segundo Rankine por metro corrente de muro, é:

$$Q = \frac{1}{2} d.\ h^2.\ tg^2 \left(\frac{90 - \alpha}{2}\right)$$

Êste impulso é representado pela área dum triângulo de que a altura é h_1 e a base será $g.a$, portanto:

$$Q = \frac{1}{2} d.\ h.^2\ tg^2 \left(\frac{90 - \alpha}{2}\right) = \frac{1}{2} g.\ a.\ h.$$

donde

$$g.\ a = d.\ h.\ tg^2 \left(\frac{90 - \alpha}{2}\right)$$

ou fazendo

$$d\ tg^2 \left(\frac{90 - \alpha}{2}\right) = \lambda.\ a$$

é

$$g.\ a = \lambda.\ a\ h$$

Valores dos coeficientes $\lambda\ a$

$\lambda\ a_1 = 0,488$	$\lambda\ a_2 = 0,296$
$\lambda\ a_3 = 1,192$	$\lambda\ a_4 = 0,367$

Valores de $g.a$

$$g.a_1 = \lambda\ a_1 \times h_1 = 0,488 \times 5,63 = 2,75\ t$$
$$g.a_2 = \lambda\ a_2 \times h_2 = 0,298 \times 9,91 = 2,95\ t$$
$$g.a_3 = \lambda\ a_3 \times h_3 = 1,192 \times 7,79 = 9,29\ t$$
$$g.a_4 = \lambda\ a_4 \times h_4 = 0,367 \times 17,32 = 6,35\ t$$

A partir da linha do zero há a considerar o contra impulso das terras da frente.

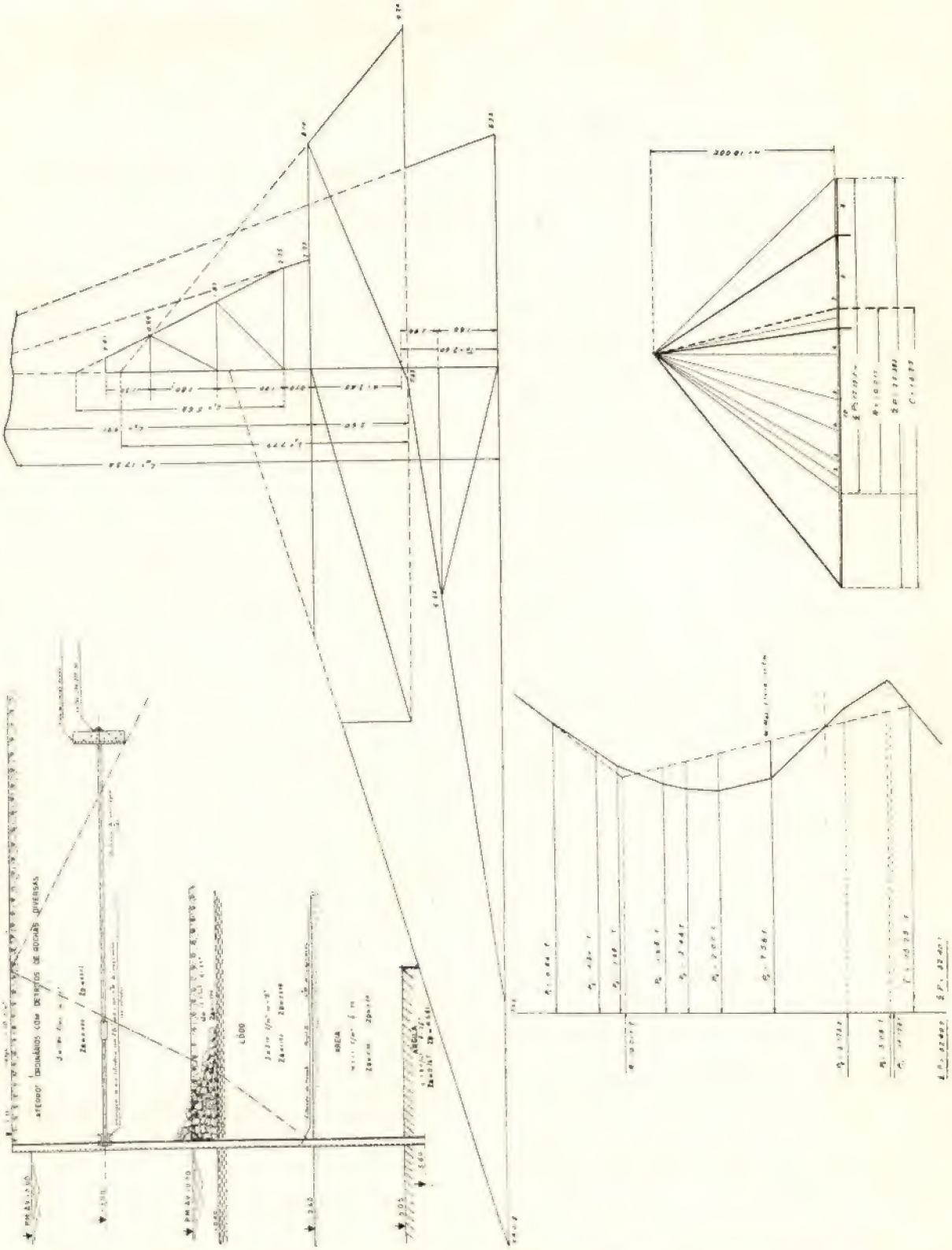
O seu valor total por metro corrente tem por expressão:

$$Q' = \frac{1}{2} d.\ h^2 - cotg^2 \left(\frac{90 - \alpha}{2}\right) = \frac{1}{2} \lambda.\ p.\ h^2 =$$

$$= \frac{1}{2} g.\ a'.\ h$$

ou

$$g.\ a' = \lambda\ p.\ h \quad \text{donde} \quad \lambda\ p = d.\ cotg^2 \left(\frac{90 - \alpha}{2}\right)$$



Corte vertical, diagrama das pressões, dinâmico das fôrças e diagrama dos momentos

Alturas respectivas de carga

$h'_3 = 2,^m60$

$$h'_4 = h'_1 + 2,45 \times \frac{d_3}{d_4} = 2,^m60 + 2,^m45 \times \frac{2,1}{1,1} = 7,^m277$$

Valores dos coeficientes λ P

$$\lambda P_1 = 3,698$$
$$\lambda P_2 = 3,30$$

Valores de g . a'

$$g \cdot a'_1 = \lambda P_1 \cdot h'_1 = 3,698 \times 2,60 = 9,61 \text{ t}$$
$$g \cdot a'_2 = \lambda P_2 \cdot h'_4 = 3,30 \times 7,277 = 24,014 \text{ t}$$

Com estes elementos traçou-se o diagrama dos impulsos parciais e finais, fazendo-se seguidamente a sua decomposição nos elementos parciais indicados nos desenhos.

Avaliou-se o impulso total para cada um dêstes elementos e traçou-se o dinâmico destas fôrças e o correspondente diagrama dos momentos, fazendo-se em seguida a composição de tôdas as fôrças em duas resultantes aplicadas, uma no ponto onde é aplicado o tirante e a outra no ponto determinado pela condição do momento ser nulo no ponto de passagem *A*. Encontram-se respectivamente os valores: $R = 10,017$ t e $c = 15,25$ t para cada uma destas resultantes.

Nestas condições o sistema encontra-se em boas condições de estabilidade verificando-se que a margem de segurança do apoio no terreno é precisamente de 15,25 t por metro corrente.

Estacas

Do diagrama dos momentos resulta que o momento é máximo ao direito da fôrça P_7 e que o seu valor é de $1,1 \times 10$ t $= 11,00$ tm.

Empregando estacas «Hoech» — Perfil II do catálogo com 1000 cm³ de modulo de flexão, o trabalho do aço determinado pela equação da resistência é:

$$R = \frac{M}{\frac{I}{V}} = \frac{1.100.000 \text{ Kg} \times \text{cm}}{1.000 \text{ cm}^3} = 1.100 \text{ Kg/cm}^2$$

Comprimento das estacas

1.º — acima da base da estacada $L_1 = 5^m,50$

2.º — enterrado $L_2 = a + 1,2 \times t_0 = 2^m,45 + 1,2 \times 2,60 \simeq 3^m,60$

Comprimento total:

$$L = L_1 + L_2 = 5,50 + 5,70 = 11^m,20$$

Ancoramentos

Valor da fôrça R por metro corrente de estacada:

$$R = 10,017 \text{ t}$$

Supondo os ancoramentos afastados longitudinalmente de $a_1 = 2^m,40$ o esfôrço em cada um dêles é:

$$F = R \times a_1 = 10,017 \times 2,40 = 24,04 \text{ t} \simeq 25 \text{ t}$$

Empregando tirantes cilíndricos de aço de 2 1/2'' de ø com $S = 31,60$ cm² de secção, o trabalho do aço é

$$R = \frac{F}{S} = \frac{25.000 \text{ Kg}}{31,60 \text{ cm}^2} = 790 \text{ Kg/cm}^2$$

Viga longitudinal

Considera-se semi-encastrada.

Momento flector máximo

$$M = \frac{F \times a_1}{10} = \frac{25.000 \times 2,40 \times 100}{10} = 600.000 \text{ Kg} \times \text{cm}^2$$

Empregando 2 ferros U — NP — Perfil 22 — com $2 \times W = 490$ cm³, o trabalho do aço será:

$$R = \frac{M}{\frac{I}{V}} = \frac{600.000 \text{ Kg} \times \text{cm}}{490 \text{ cm}^3} = 1.224 \text{ Kg.}$$

Placa de ancoramento

Esfôrço que a placa quadrada de ancoramento de $1,^m40 \times 1,^m40$ pode suportar, segundo A. Vierendeel, não considerando a sobrecarga

$$Q = d\,h + f\,\frac{1 + \operatorname{sen}\alpha}{1 - \operatorname{sen}\alpha} \times h^2\,d$$

$d = 1{,}80\ t/m^3$
$\Omega = 1{,}96\ m^3$
$h = 2{,}5\ m$
$\alpha = 35^\circ$
$f = \operatorname{tg}\alpha = 0{,}700$
$\rho = 5{,}6\ m$

$$Q = 1.800 \times 1{,}96 \times 2{,}5 + 0{,}700$$

$$\times 5{,}6\,\frac{1 + 0{,}573}{1 - 0{,}573} \times 2{,}5 \times 1.800$$

$$Q = 8.820 + 16.245 = 25.065\ kg.$$

Comprimento dos tirantes

O comprimento dos tirantes deduzido do desenho é de $11{,}^{m}30$. Segundo Vierendeel o comprimento necessário é ùnicamente de $1{,}5 \times h = 1{,}5 \times 2{,}5 = 3{,}^{m}75$.

Emprega-se pois o comprimento $11{,}^{m}30$ onde as construções existentes o permitam, reduzindo-se êste comprimento do necessário, sem inconveniente, onde não seja possível a implantação dos tirantes com aquêle comprimento.

Cálculo da placa de betão armado. — Momento flector máximo

$$M = \frac{P\,l}{8} = \frac{25.000 \times 1{,}40 \times 100}{8} = 438.000\ Kg \times cm.$$

Altura útil da placa

$$h = \sqrt{\frac{C.\,M}{Rb.\,L}}$$

sendo a dosagem 300 Kg. de cimento, 400 L de areia e 800 L de brita, $R_a = 1.100$, $m = 15$, $R_b = 40$ $k = 30$.

$$h = \sqrt{\frac{6{,}75 \times 438.000}{40 \times 140}} = 23\ cm.$$

Altura total adoptada

$$H = 30\ cm.$$

Altura teórica

$$h' = B.\,h = 0{,}889 \times 23 = 20{,}5\ cm.$$

Secção de cada uma das armaduras

$$\Omega = \frac{M}{R_a\ h'} = \frac{438.000}{1.100 \times 20{,}5}\ 19{,}5\ cm^2$$

realizada com 13 ø 14 $^{m}/_{m}$ com 20,01 cm^2

Estribos

$$\text{Esfôrço transverso } E = \frac{P}{2} = \frac{25.000}{2} = 12.500\ kg.$$

Esfôrço solicitando cada ramo dos estribos supondo um estribo de 2 ramos, alternadamente em cada cruzamento das armaduras, disposição que dá 7 estribos afastados de 10 cm.

$$q_1 = \frac{d\,(E - e.\,R_b\ c)}{N.\ h'} = \frac{10\,(12.500 - 140 \times 20{,}5 \times 4)}{14 \times 20{,}5} = 34\ kg.$$

Esfôrço real solicitando cada ramo dos estribos

$$q = q_1\sqrt{2} = 34 \times 1{,}414 = 48\ kg.$$

resistência obtida com estribos de 4 $^{m/m}$ ø.

Na ligação do tirante com a placa será interposta uma anilha quadrada de $275 \times 275 \times 30$ $^{m/m}$.

Detalhes

Ligação das estacas à viga longitudinal — Esfôrço sôbre estacas

$$f = \frac{10^{t},017 \times 40^{cm}}{100} = 4{,}00\ t$$

Empregando barras cilíndricas de 1 1/8″ ø o trabalho do aço é:

$$R = \frac{4.000\ Kg}{6{,}442\ cm^2} = 622\ Kg/cm^2$$

Empregam-se porcas e parafusos do sistema inglês; porcas hexagonais com 1 1/8″ de altura.

Chapa de esfôrço posterior

Momento máximo: $M = P.\,l = 4.000 \times 1{,}4 = 14.000\ Kg \times cm$, empregando uma secção de

$10^{cm} \times 3^{cm}$ com o módulo de flexão de 14,99 cm^3.

O trabalho de aço é:

$$R = \frac{M}{\frac{I}{V}} = \frac{14.000 \text{ Kg} \times \text{cm.}}{14,99 \text{ cm}^3} = 990 \text{ Kg/cm}^2$$

Chapa de refôrço anterior

Emprega-se uma chapa de 180×100×15 m/m

Cobre-juntas da alma

A secção de cobre-juntas deve apresentar uma resistência igual à da alma.

Secção necessária:

$$160 \text{ m/m} \times 10 \text{ m/m} = 1.600 \text{ m/m}^2$$

Deduzindo a secção dos rebites:

$$3 \times 19 \times 10 = 570 \text{ m/m}^2$$

Secção útil do cobre-juntas:

$$1.600 - 570 = 1.030 \text{ m/m}^2$$

Resistência do cobre juntas sendo o trabalho do aço de 1.000 Kg/cm^2

$$1.030 \text{ m m}^2 \times 10 \text{ Kg/m/m}^2 = 10.300 \text{ Kg.}$$

Com 5 rebites o esfôrço a suportar por cada um é:

$$\frac{1}{5} 10.300 = 2.060 \text{ Kg.}$$

O diâmetro dos rebites é portanto 19 m/m.

O comprimento da chapa é 320 m/m.

Cobre-juntas de banzos

Secção necessária... 80×12 m/m = 960 m/m^2
deduzindo os furos
dos rebites ..... 19×12 m/m = 228 m/m^2
Secção útil..... 732 m/m^2

Resistência do cobre-juntas sendo o trabalho do aço 1000 kg/m/m^2

$$732 \text{ m/m}^2 \times 10 \text{ kg./m/m}^2 = 7.320 \text{ kg.}$$

com 3 rebites o esfôrço a suportar por cada um é:

$$\frac{7.320}{3} = 2.450 \text{ kg.}$$

O diâmetro dos rebites é portanto 19 m/m.

O comprimento da chapa é de 400 m/m.

A viga longitudinal é ligada de $1^m,6$ em $1^m,6$ por ferros *U* com dois rebites em cada alma.

Ligando as cabeças das estacas serão colocadas duas cantoneiras de 100×200 e 90×90 ligadas por rebites de 3/4″ e com os comprimentos de 45 m/m e 230 m/m com a disposição indicada nos desenhos.

PROF. G. MAGNEL

(DA UNIVERSIDADE DE GAND)

A convite do Instituto para a Alta Cultura, o Prof. G. Magnel realiza no I. S. T., às 21 ½ horas dos dias 8, 9, 10 e 11 de Novembro, quatro conferências sôbre:

1) — **Les applications de la théorie de la poutre finie sur terrain élastique.**
2) — **Promenade à travers les systèmes hyperstatiques.**
3) — **Les travaux de la jonction Nord-Midi à Bruxelles** (com projecções).
4) — **Le contrôle des chantiers.**

O mesmo professor realiza, no dia 17 de Novembro, às 21 ½, na Ordem dos Engenheiros uma conferência sôbre

Quelques erreurs techniques courantes.

Nomograma para a determinação da posição da linha neutra nas vigas em T de betão armado

PELO ENG. FERNANDO VASCO COSTA
(I. S. T.)

A «Técnica» publica hoje novamente um nomograma, da autoria do Engenheiro Vasco Costa, para aplicação ao cálculo de peças de betão armado.

O presente nomograma está também publicado no número de 20 de Agôsto de 1938 da revista «Beton und Eisen», de Berlim.

Êste nomograma é a representação gráfica da conhecida fórmula:

$$y = \frac{\frac{be^2}{2} + mA_a h}{be + mA_a} \qquad 1)$$

que nos dá a posição da linha neutra numa viga em T, não se entrando em conta com o betão comprimido de nervura da viga. Êste facto pouca importância tem, dado o reduzido valor das tensões do betão nessa região.

O nomograma dá rápida e còmodamente o valor da expressão sem a necessidade de se terem os cuidados com as unidades a que obrigaria a sua resolução numérica.

Além disso, o que constitui a sua principal vantagem, sente-se ao fazer o seu emprêgo a influência que as variações das suas dimensões têm na posição da linha neutra.

Êste facto é da maior importância quando se pretendem fixar criteriosamente as dimensões duma viga em T.

A utilização do nomograma faz-se do seguinte modo:

Determina-se o ponto onde se cruzam as linhas que representam os valores dados de e e b.

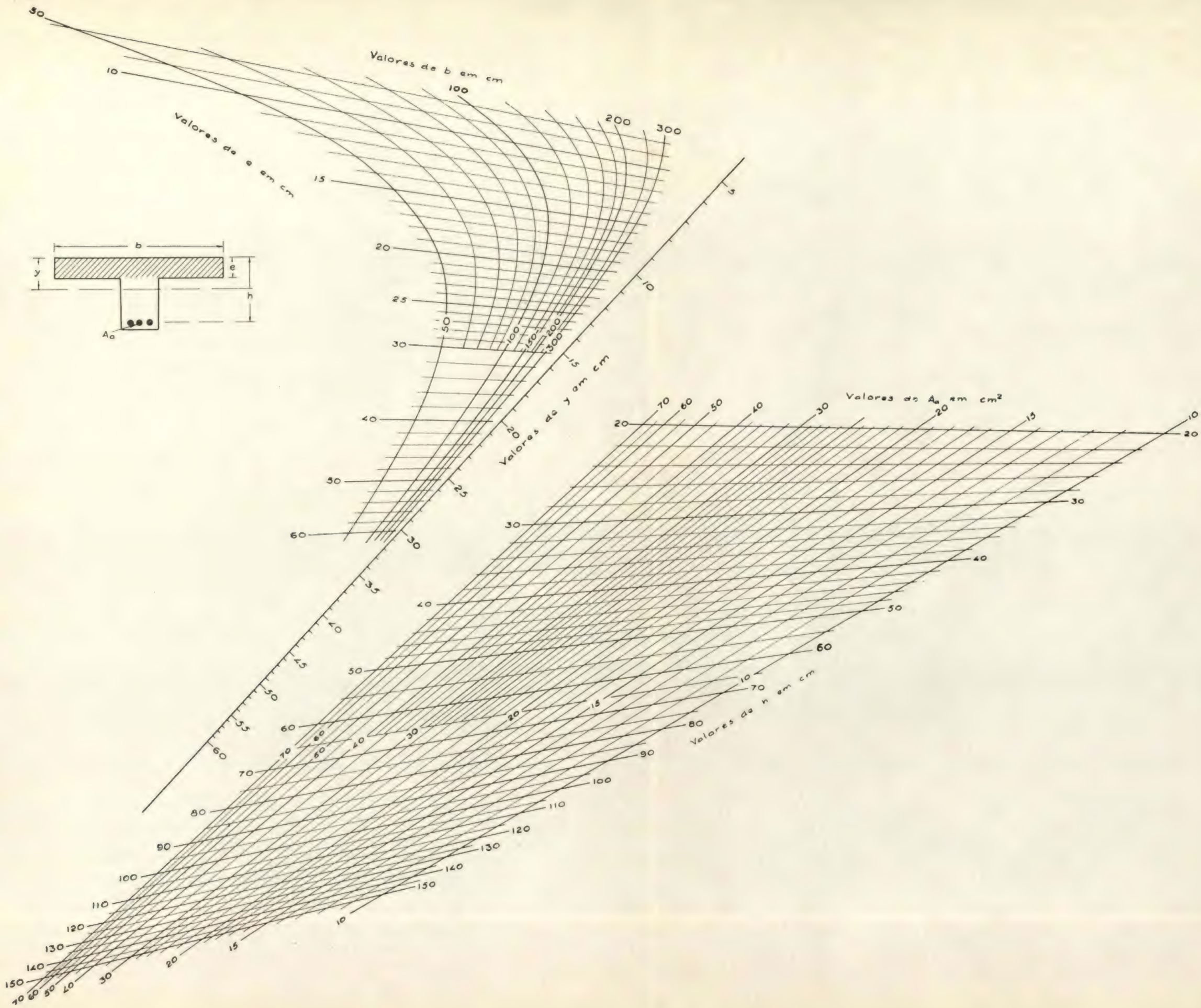
Procede-se do mesmo modo quanto a A_a e h. Unem-se os dois pontos por um fio ou por um traço que se tenha riscado num esquadro transparente. Êste alinhamento cortará a escala dos valores de y naquêle que satisfaz a igualdade 1).

O ábaco foi construído para $m = 15$ e não pode ser utilizado para outros valores.

No caso dos valores dados de b ou A_a estarem fora dos limites representados no nomograma, êste pode continuar a ser utilizado desde que se substituam simultâneamente b e A_a por metade ou pelo dôbro dos valores verdadeiros.

Para uma boa e cómoda utilização do nomograma é conveniente cobrir com lápis de côr as linhas mais importantes.

Não se devem fazer sôbre o nomograma alinhamentos com traços a lápis, porque assim êle se tornaria ràpidamente inutilizável.


Valores de b em cm
Valores de e em cm
Valores de y em cm
Valores de A_a em cm^2
Valores de h em cm
b
e
y
h
A_a

Um moderno Instituto Electro-técnico Italiano

A Legação de Itália concedeu à «Técnica» o exclusivo em Lisboa de publicação do presente artigo.

O progresso crescente das aplicações eléctricas, exceptuando-se o caso providencial e cada vez mais difícil das grandes descobertas individuais, é um fruto da actividade científica que se desenvolve no laboratório. Mas êste não pode ser ùnicamente um laboratório universitário, que se esgota nas tarefas didáticas, que possui em geral meios modestos, e que freqüentemente não pode estar em contacto com as instituïções análogas, úteis e indispensáveis para uma colaboração científica. E nem tão pouco, pode ser, o laboratório de pesquizas de um grande estabelecimento industrial, que deve naturalmente, limitar o seu campo de acção a um determinado problema, em relação com as finalidades técnicas e económicas da organização que o instituíu.

O laboratório científico que pode dar óptimos resultados quanto à aplicação da electricidade, deve ser um instituto de pesquizas aparelhado para o conjunto dos trabalhos referentes a estas aplicações, dotado de recursos indispensáveis: homens, meios, auxílios acessórios e mantido como emprêsa de interêsse geral.

O Instituto Electro-técnico Nacional Galileo Ferraris, foi fundado em Turim, para dar vida a um centro de estudos elevados no campo electro-técnico. É um laboratório nacional de pesquizas onde se desenvolve uma actividade científica e técnica, onde se realizam as experiências por conta de organizações públicas e particulares, e é sede do ensinamento de tôdas as disciplinas eléctricas aos alunos do Politécnico subalpino.

Êste Instituto que foi inaugurado em 29 de Setembro de 1935, está instalado num grandioso edifício situado em frente ao Parque del Valentino, nas proximidades das margens do rio Pó.

Consta de cinco andares e a sua fachada principal dá para o Corso Maximo d'Azeglio; nêles estão instaladas as repartições, a biblioteca, a sala de reüniões, a sala das máquinas e das experiências de alta tensão; num pavilhão à parte, de construção característica estão instalados os laboratórios de electro-acústica.

Não obstante ter sido inaugurado há dois anos, o Instituto Electro-técnico Nacional, já se afirmou como centro de uma actividade bastante proveitosa: executou trabalhos importantes, outros estão em andamento e outros em projecto para o futuro; ao mesmo tempo cuida da formação de núcleos de pesquizadores, promessa preciosa a serviço do progresso técnico e científico da nação.

Seria muito longo tratar aqui de tôdas as pesquizas que se podem realizar no campo electro-técnico. Faremos referência a algumas, consideradas entre as mais importantes e significativas.

Um problema de que se fala muito a respeito da indústria electro-mecânica, é o das lâminas magnéticas para a construção das máquinas dínamo-eléctricas: na Itália são empregadas em quantidades consideráveis. Há tempos, estas lâminas vinham do estrangeiro, mas desde a época da grande guerra, também o nosso país progrediu muito neste campo. O Instituto em colaboração com os siderúrgicos e os electro-mecânicos, procura obter ulteriores melhoramentos, e isto será de grande vantagem para a economia nacional. O mesmo se pode dizer a respeito do aço para magnetes, para as ligas especiais de alta permeabilidade e para outros materiais. A necessidade de substituir o cobre que não é produção nacional, pelo alumínio e suas ligas, fêz surgir um vasto campo de estudos.

Outro tema de grande importância é o do material isolador. De facto, nestes últimos tempos, foi submetido a um minucioso exame uma qualidade de mica que foi encontrada pelos soldados italianos na África Oriental. A mica para o emprêgo electro-técnico foi até

hoje importada, como também algumas qualidades de vidro e outro material.

Além dêste aperfeiçoamento obtido em relação ao material, citamos também, os princípios de electro-mecânica que são susceptíveis de novos desenvolvimentos, principalmente no que diz respeito às correntes contínuas. Um grande adiantamento verificou-se no campo das meta-dínamo — fruto de invenção e de estudos italianos — máquinas convertedoras de corrente contínua em corrente contínua de diversas características. Estas obtiveram grande sucesso no estrangeiro e foram adoptadas na ferrovia-metro em Londres. O melhor meio de experimentar as máquinas ideadas de acôrdo com os princípios modernos, é o de construir os exemplares de experiência nos laboratórios e de modificar e examinar detalhadamente as suas propriedades: é o que se está fazendo no Instituto.

A técnica das comunicações tem sido objecto de intensa actividade. Entre os diversos assuntos tratados — e não faltam temas de rádio-técnica, rádio-física, telefonia — merecem consideração os conexos com a acústica. Actualmente projectam-se edifícios para os mais diversos fins, sem levar em consideração a propriedade acústica do material empregado, de sorte que os construtores se encontram freqüentemente diante de factos inesperados e desagradáveis, que exigem depois grandes despezas. No Instituto funciona também um laboratório de electro-acústica, onde todos os problemas dêste género são examinados a fundo.

A repartição de construção mais recente é a dos estudos sôbre a iluminação e a fotometria. Esta tem também um campo de acção muito vasto, quer para favorecer a indústria nacional nas fabricações inherentes à técnica das nascentes e dos corpos iluminantes quer para examinar as pesquizas cientificas que se referem a êste interessante campo. E foi muito oportuna a criação dêste laboratório em Turim, onde por disposição das autoridades e por iniciativa dos técnicos, o problema da iluminação pública tem sido objecto de cuidados e de inovações de acôrdo com as mais recentes descobertas.

NOMOGRAMAS PARA O CÁLCULO DE BETÃO ARMADO

PELO ENG. VASCO COSTA

CÁLCULO DE LAGES E VIGAS RECTANGULARES

SEPARATA DO N.º 80 DA "TÉCNICA"

DETERMINAÇÃO DA POSIÇÃO DA LINHA NEUTRA NAS VIGAS EM T

SEPARATA DO N.º 96 DA "TÉCNICA"

Á VENDA NA REDACÇÃO DA

"TÉCNICA"

VIDA ESCOLAR E ASSOCIATIVA

Relatório da Direcção da "Técnica" no ano lectivo de 1937-1938

A «Técnica» vai entrar no seu décimo quarto ano de publicação. São decorridos trese anos de labor, de lutas e de entusiasmos, transmitidos de geração para geração, de curso para curso. Dos tempos difíceis da sua fundação aos nossos dias, a sua orientação tem-se mantido inalterável, a vontade de melhorar persiste enraïzada. A continuïdade de trabalho, através das direcções, tem sido o melhor meio de obter ensinamentos indispensáveis a novos vôos da actividade da revista. Sem essa continuïdade nada haveria, podemos ousar dizê-lo.

A «Técnica», fundada e dirigida pelos alunos da Escola, grande élo que une o passado do I. S. T. ao seu presente, tornou-se o índice da sua actividade, o símbolo da vontade de vencer e de servir que anima todos que passam pelo Instituto. Mercê dêste esfôrço contínuo, a revista tem visto aumentar, gradualmente, a sua actividade e marcado o seu lugar no seio das revistas congéneres. Foi-nos grato registar, mais de uma vez, o comentário de ser rara uma revista, dirigida por alunos, manter periodicidades tão regular de publicação.

O desenvolvimento das diversas secções e ramos da actividade da «Técnica», justificou, numa feliz previsão do futuro, a criação, há dois anos de um corpo redactorial. O ano passado foi uma experiência; êste ano tivemos a confirmação, segura e inequívoca, da sua eficácia e da sua necessidade, hoje absoluta, para a vida da revista. Cabe-lhe uma grande parte da obtenção da colaboração, além da organização permanente da secção do «Mundo Técnico» hoje difíceis de serem abrangidas ùnicamente pelo Director e pelo Administrador, como era hábito.

A composição dêste corpo redactorial, por um representante de cada curso, tem ainda o interêsse de procurar obter para a revista colaboração mais variada e procurar equilibrar, em número e em interêsse, os artigos abrangendo as cinco especialidades do nosso Instituto. Êste ano almejamos o «desideratum» no que respeita à secção electrotécnica, tirando oportunidade à afirmação corrente de que a «Técnica» era uma revista só de engenharia civil. Os nossos colegas dos próximos anos desenvolverão as outras especialidades até obter o equilíbrio que, assim, se provou, para com aquela especialidade, não ser impossível de obter.

A revista passou a ter um notável trabalho de conjunto, resultante da contribuïção de um maior número de elementos nela directamente interessados. Foi assim, que conseguimos uma vasta colaboração, o que nos permitiu publicar 374 páginas de artigos em nove números.

A acumulação de original e o desejo de não prolongarmos exageradamente a publicação de alguns artigos mais longos, levou-nos a apresentar os números da «Técnica» com maior número de páginas do que o habitual.

Pretendemos acentuar o carácter da «Técnica» como revista de engenharia de uma Escola Superior procurando obter colaboração de interêsse superior especulativo e de interêsse pragmatístico. Nesta ordem de ideias, procuramos, continuando a orientação iniciada anteriormente, a colaboração de alguns engenheiros estrangeiros, de que o artigo do Prof. G. Magnel foi um resultado. Não descuremos, também, o facto de a «Técnica» interessar a todos os assinantes e, no I. S. T., aos alunos do primeiro ao último ano.

É-nos grato registar o grande interêsse que a «Técnica» mereceu dos nossos professores e assistentes. A sua colaboração atingiu 50 % da colaboração total, número até hoje nunca atingido. Foi uma contribuïção valiosa, além

QUADRO I

AUTORES	Número de artigos			Número de páginas			Em %		
	1935-36	1936-37	1937-38	1935-36	1936-37	1937-38	1935-36	1936-37	1937-38
Professores e Assistentes	9	7	23	81	61	190	26,6	21,6	50,8
Engenheiros I. S. T.	5	8	3	35	72	27	11,5	25,6	7,2
Alunos I. S. T.	5	17	4	104	87	10	34,1	30,8	2,6
Engenheiros (outras escolas)	2	4	13	27	35	142	8,8	12,4	37,9
Outros colaboradores	4	6	—	18	23	—	5,9	8,2	—
Artigos não assinados	1	4	3	3	4	5	1,0	1,4	1,5
Transcrições de disposições legais	1	—	—	37	—	—	12,1	—	—
	27	46	46	305	282	374	100,0	100,0	100,0

de um incentivo inegualável, para o bom êxito da nossa missão.

A colaboração de engenheiros de outras escolas cresceu sensivelmente, o que evidencia a expansão da «Técnica» e o interêsse que ela vai despertando nos meios técnicos nacionais.

A colaboração de engenheiros I. S. T. diminuíu. Devemos procurar a sua compensação na colaboração dada pelos nossos professores e assistentes.

A colaboração dos alunos parece diminuta. Ela foi dispersa na secção «Do Mundo Técnico» que êste ano, nos mereceu, sempre, atenção especial. Esta secção, destinada a apresentar todos os assuntos da actividade técnica, nacional ou estrangeira, foi desenvolvida de modo a corresponder, fielmente, ao fim para que tinha sido criada.

Obtivemos mais algumas publicações de permuta o que veio enriquecer a nossa bibliografia. Das novas permutas destacamos algumas que demonstram a boa aceitação da «Técnica»:

«Publicações da Universidade de Harward» — U. S. A.

«Annalli dei Lavori Publici» — Itália.

«L'Electrotecnica» — Itália.

«Revista del Catasto Erariali» — Itália.

«Bulletin de l'Association Internationale du Congrés des Chemins de Fer» — Bélgica.

Alguns dos artigos publicados na «Técnica» mereceram menção na bibliografia mensal da revista «Travaux», onde é a única revista portuguêsa citada na sua bibliografia internacional.

A apresentação gráfica da revista mereceu-nos grande atenção. Sendo muitos os afazeres dos interessados na «Técnica», organizámos uma secção fotográfica, dos alunos do I. S. T., com o fim de recolher fotografias de assuntos técnicos e ainda para familiarizar os futuros engenheiros com os trabalhos da técnica fotográfica, hoje indispensáveis para uma boa documentação dos seus trabalhos profissionais. Assim, fica, também, explicada a mudança da capa da revista.

QUADRO II

ASSUNTOS	Número de artigos			Número de páginas			Em %		
	1935-36	1936-37	1937-38	1935-36	1936-37	1937-38	1935-36	1936-37	1937-38
Engenharia Civil	8	16	12	91	121	130	30,0	43,0	34,7
» Química	5	2	7	23	11	98	7,5	3,8	26,2
» Minas	1	2	2	11	7	12	3,5	2,4	3,5
» Electrotécnica	1	3	14	6	13	90	2,0	4,3	24,6
» Mecânica	—	5	3	—	72	18	—	23,5	4,8
Vários	12	18	8	174	58	26	57,0	21,0	6,2
	27	46	46	305	282	374	100,0	100,0	100,0

Lamentamos o facto de não se ter conseguido, durante o ano lectivo, realizar algumas conferências acêrca de assuntos de cultura geral, indispensáveis à sólida formação e orientação intelectual do engenheiro, de acôrdo com o nosso plano de actividades. Os múltiplos afazeres não permitiram às individualidades a quem nos dirigimos, satisfazer os nossos e seus desejos. Por outro lado, os trabalhos escolares não aconselham que se pense em realizar conferências amiúdadas vezes e acêrca de assuntos de importância relativa na Escola, com o risco de fracassarem conferências de interêsse capital. Somos, portanto, francamente partidários do muito pouco, mas muito bom.

Aproveitamos o ensejo da visita de alguns professores e estudantes estrangeiros à nossa Escola, para procurarmos criar e intensificar o intercâmbio sempre profícuo com Escolas similares. É uma actividade a desenvolver e de largas vantagens futuras para os alunos do I. S. T.

A nossa preocupação foi desenvolvermos todos os ramos de actividade da «Técnica», procurando pô-la à altura de desempenhar a missão que lhe compete no I. S. T.

Apesar do grande aumento de despesas que tivemos êste ano, a revista apresenta ainda, um pequeno saldo em relação ao saldo do ano passado. Maior saldo apresentaria, se não fôra o nosso desejo de fazermos progredir a revista, melhorando o seu aspecto gráfico e apresentando números da «Técnica» com páginas em número superior ao normal. Contribuimos, assim, sem nos importarmos com restrições de ordem económica, para uma maior expansão da revista, cujos efeitos se reflectiram, imediatamente, nas novas receitas obtidas, ou melhor, no acréscimo das existentes. Equilibramos, dêste modo, a vida económica da revista, garantindo-lhe, para o futuro, um desafôgo compensador das despesas agora feitas.

O preço médio da revista subiu, êste ano, para 3.711$00, cêrca de 1.000$00 a mais do que os anos anteriores. Depois da experiência dêste ano e do aumento das receitas, já obtido e ainda a esperar de futuro, podemos dizer que a economia da «Técnica» não se ressentirá, se o preço médio da revista se mantiver em cerca de 3.500$00. Garantir-se-á o pequeno saldo anual que, devidamente acumulado, permitirá à revista fazer face a novas despesas extraordinárias para melhoria do seu valor ou para novas obras a editar.

A revista teve um aumento de receitas na sua secção de publicações proveniente de uma maior venda de Tabelas e Regulamentos. Estas receitas foram utilizadas para a melhoria da revista, de acôrdo com o previsto quando das suas edições.

A normalização da vida da Associação dos Estudantes contribuiu para que aumentasse sensìvelmente o número de revistas adquiridas pelos alunos do I. S. T. Todavia, êste aumento não atingiu, ainda, o número a desejar. Esperamos que, de futuro, os nossos colegas do I. S. T. saibam cumprir o dever que lhes assiste de contribuirem para uma obra que é de todos.

Fomos também buscar um aumento de receitas a cêrca de 200 novos assinantes, obtidos mercê de um bom acolhimento à nossa propaganda da «Técnica».

Vimos ligeiramente aumentada a receita proveniente dos anunciantes. Êste acréscimo ficou longe da compensação do esfôrço dispendido para conseguirmos o somatório desejado. Temos, porém, que manifestar o nosso grande pesar perante a indiferença, quási absoluta, dos organismos comerciais e industriais, interessados na engenharia nacional, em relação às grandes vantagens que teriam em anunciar na «Técnica». Não lhes interessa um anúncio numa revista de especialidade, distribuída por mais de 900 engenheiros do país, pelas Câmaras Municipais, pelas Repartições de Engenharia do Estado e ainda por cêrca de 300 alunos do I. S. T., futuros engenheiros, que, durante seis anos, se habituariam a saber onde procurar os elementos de que viriam a necessitar, um dia, na sua vida profissional. Não interessa a êsses organismos o enviar-nos os seus mostruários, os seus catálogos e as suas novidades técnicas ou industriais. Não lhes interessa auxiliar e desenvolver a existência de boas revistas de engenharia, lidas sòmente pelo público que mais directamente lhes interessa. Encontramos sempre à nossa frente a noção errada da sã propaganda jornalística: O «anunciosito» inexpressivo, pequeno e escondido num canto para ser mais barato; um «reclamesito» uma vez por outra!

BALANÇO DA ADMINISTRAÇÃO DE 1937-38

RECEITAS			DESPESAS		
Saldo da administração anterior		14.255$10	*Composição da Revista:*		
Cobrança de assinaturas		17.932$75	Tipografia	28.556$50	
Publicação de anúncios		15.853$00	Gravador	4.850$20	33.406$70
Venda de Revistas:			*Publicações:*		
Aos sócios da A. E. I. S. T.	4.617$00		3.ª prestação dos direitos de autores das «Tabelas de R. M»		1.000$00
Avulso e colecções, directamente e por intermédio das livrarias	1.642$00	6.259$00	*Correio:*		
Publicações:			Avença	875$00	
Venda de «Tabelas de Resistência de Materiais», «Regulamentos», etc.		7.924$61	Selos e registos	1.032$20	
Títulos de Crédito:			Impressos de cobrança	150$35	2.057$55
Recebimento dos juros de 10 Tit. Consol. 3 3/4 % — 1936		352$00	*Biblioteca:*		
Depósito na C. G. D.:			Encadernações		371$50
Recebimento dos juros		79$90	*Despesas Gerais:*		
Subsídio do I. S. T.		1.500$00	Ordenados do empregado	7.800$00	
Venda da máquina de escrever antiga		500$00	Transportes	291$55	
			Desenhador	265$00	
			Artigos de papelaria (sacos e impressos)	1.396$10	
			Compra de números esgotados da Revista	52$00	
			Compra de máquina de escrever	1.950$00	
			Outros utensílios e diversos	628$25	12.382$90
			Saldo para a Administração seguinte:		
			Valor de compra de 10 Tit. Consol. 3 3/4 % — 1936, no valor nominal de 10.000$00	9.660$00	
			Depósito no Banco P. C. e Ilhas	159$50	
			Dinheiro em Caixa	5.618$21	15.437$71
		64.656$36			64.656$36

I. S. T., Outubro de 1938

Triste noção da propaganda comercial, séria, expressiva, bem dirigida — a grande arma moderna de luta na concorrência quotidiana da vida técnica, industrial e comercial.

Se os há assim, também a «Técnica» congratula-se por anunciar nas suas páginas alguns organismos de destaque na vida industrial e comercial portuguêsa. Honra lhes seja feita, têm mantido pela nossa revista o verdadeiro interêsse e a verdadeira compreensão da sua utilidade. À constância da sua propaganda devemos, em parte, o nosso desenvolvimento gradual e contínuo; lucraram ambas as partes interessadas.

Êste ano obtivemos novamente o auxílio financeiro da Direcção do I. S. T., auxílio ainda pequeno para a missão que a revista vem desempenhando e ampliando dentro da Escola. A boa vontade que a revista sempre encontrou, fará com que êsse subsídio aumente, como já nos foi prometido.

Finalmente a «Técnica» completou as suas instalações e a sua organização.

A biblioteca inteiramente mobilada e instalada, foi aberta à freqüência dos alunos e engenheiros. A revista e a Associação ficaram possuindo uma sala de recepção para os seus visitantes.

Os seus serviços foram consideràvelmente melhorados, tendo-se procedido à encadernação de livros e revistas, trabalho que tinha sido quási abandonado. Os ficheiros e o catálogo da biblioteca foram actualizados e de harmonia com a nova disposição das estantes. Arrumou-se uma secção que há uns tempos, devido à mudança do I. S. T., se estava desorganizando.

A Direcção do I. S. T. ofereceu à revista um cofre, cuja falta se fazia sentir há muito.

Adquirimos uma nova máquina de escrever, em substituïção da que fazia o serviço há uma dezena de anos; foi mais uma despesa extraordinária do nosso orçamento.

A ampliação dos trabalhos, dentro da revista, vai prosseguindo, gradualmente, o que exigirá, agora mais do que nunca, um grande interêsse e dedicação de todos aqueles que fizerem parte da sua Direcção. Um elemento, que, porventura, falhe no desempenho do seu lugar na revista, poderá prejudicar sèriamente o trabalho de conjunto, aonde êle é absolutamente necessário, por não serem leves os trabalhos escolares de cada um. O ritmo, da melhoria e desenvolvimento da «Técnica» poderá ressentir-se, com graves prejuízos para as responsabilidades adquiridas pela revista e para os compromissos assumidos pela sua Direcção.

A «Técnica» atingiu um nível que já ultrapassou os umbrais da Escola. Os antigos alunos do I. S. T. devem lembrar-se de que ela é a sua revista de que ela necessita do seu interêsse, da sua colaboração e, ainda, da sua propaganda individual, a-fim-de lhe garantirem a sua vida e a sua independência.

Se, por um lado, a engenharia necessita de especulação e investigação científicas, também necessita de execução perfeita e sólida cultura técnica. Os dois campos não se hostilizam, completam-se. O primeiro não é comum a todos, é limitado; não se apresentam, fàcilmente e em pouco tempo, todos os dias, novas teorias, novas descobertas. O segundo, pelo contrário, constitui o pão nosso de todo o engenheiro que se interessa pela sua profissão. A boa descrição de trabalhos executados, o esclarecimento de pontos obscuros de assuntos técnicos, a divulgação de novos métodos de cálculo ou de execução, adaptações ou compilações perfeitas, são contribuïções inestimáveis para a «Técnica» e úteis para todos os seus leitores, engenheiros e alunos de engenharia. É, principalmente, para esta colaboração, sem roubar muitas horas livres, que chamamos e pedimos a atenção de todos os que fàcilmente poderão trazer o seu incentivo à «Técnica», contribuindo para um desenvolvimento sério e sólido, da engenharia nacional, em pleno progresso e aumento de capacidade.

Agradecemos a todos os nossos colaboradores e a todos a quem nos dirigimos, a pronta satisfação aos nossos pedidos.

Agradecemos e esperamos que os nossos professores e assistentes continuem a prestar a atenção, que a «Técnica» lhes vem merecendo, acompanhando, de perto, o trabalho dos seus alunos, ensinando-os a prosseguir no caminho traçado.

Queremos exprimir o nosso agradecimento especial à Direcção do I. S. T. pela forma como sempre, foram atendidos os nossos pedidos e aplanadas as nossas dificuldades.

Eis a nossa acção e o nosso trabalho. Procurámos dentro das nossas possibilidades servir a «Técnica» e o Instituto. Que todos os que nos substituirem, prossigam com a mesma fé e o mesmo entusiasmo que, há mais de uma dezena de anos, vem animando as Direcções sucessivas da «Técnica», da sua fundação aos nossos dias.

Lisboa, 20 de Outubro de 1938.

LUIZ DE GUIMARÃIS LOBATO
(Com o Curso de Engenharia Civil)
DIRECTOR

FREDERICO BURNAY DE MENDONÇA
(Do Curso de Engenharia Civil)
ADMINISTRADOR

PEDRO ARSÉNIO NUNES
(Do Curso de Engenharia Civil)
BIBLIOTECÁRIO

JOSÉ MARIA PEREIRA ATHAYDE
(Com o Curso de Engenharia Electrotécnica)
REDACTOR DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA E MECANICA

JOSÉ MANUEL GONÇALVES FIGUEIRA
(Com o Curso de Engenharia Civil)
REDACTOR DE ENGENHARIA CIVIL

ISABEL MARIA GAGO
(Do Curso de Engenharia Química)
REDACTORA DE ENGENHARIA QUÍMICA E DE MINAS

DO MUNDO TÉCNICO

A liga Durinval para espirais de cronómetros

A liga mais usada para o fabrico das espirais dos cronómetros de alta precisão era um ferro níquel cromado com carbono e tungsténio — o «élinvar».

As espirais de «élinvar» são nìtidamente mais macias que as espirais de aço. Esta particularidade necessita, durante a montagem e afinação dos cronómetros, tais precauções que leva a preferir as espirais de aço para o fabrico em grandes séries.

Nasceu, portanto, o grande interêsse técnico de endurecer o «élinvar».

Apareceram duas soluções: a liga «métélinvar» e «durinval».

Todos nós sentimos que o fabrico das espirais é delicado por causa da sua pequenez, do número e do rigor das condições a realizar. É preciso obter uma equidistância perfeita das espiras, um metal estável, suficientemente frágil, possuindo um atrito interno mínimo e pouco magnético.

No caso de se tratar duma espiral autocompensadora, de liga do tipo «élinvar», o coeficiente termoelástico deve ser, não nulo, mas ligeiramente positivo e quási constante no intervalo estendido em volta da temperatura ambiente, de modo a compensar sem êrro secundário o efeito retardador do volante maciço.

A fita da espiral é obtida a partir dum fio fino passado entre os rolos dum pequeno laminador; depois é rectificada por estiramento numa fieira, que tem quatro diamantes engastados na armadura.

Os pedaços desta fita em número de 4, 5 ou 6 são enrolados uns sôbre os outros no interior dum tambor em volta dum eixo de aço levando o número que se quiser de fendas axiais.

O tambor é uma caixa cilíndrica, lisa, de aço, suficientemente larga e profunda para conter o disco formado pelas espirais imbricadas.

Os tambores, munidos duma tampa são levados ao forno para o recozimento de fixação. Depois de arrefecidas, as espirais são separadas por meio duma pequena pinça.

Têm então a forma de espirais de Archimede: o espaço entre espiras é igual a 3, 4 ou 5 vezes a espessura da fita, despresando o efeito dum ligeiro desenrolamento.

A pequenez da fita não permite fazê-la sofrêr, na prática, senão êste único tratamento térmico a alta temperatura: o recozimento de fixação em tambor. É preciso, portanto, hiper-temperar o metal no estado primitivo de fio cilíndrico, antes da confecção da fita, e confundir o revenido endurecedor da liga com o recozimento de fixação da espiral. Êste último trata-

mento deve realizar, simultâneamente, cinco condições: dar à espiral a sua forma correcta, endurecer a liga e torná-la suficientemente frágil, assegurar-lhe a maior estabilidade e o menor atrito interno, ajustar o coeficiente termo-elástico que foi fortemente modificado pela hiper-têmpera e pelo tratamento mecânico.

Como vimos, o fabrico das espirais em ferros, níquel, aptos ao endurecimento estrutural compreende três operações essenciais: hiper-têmpera da liga no estado de fio, laminagem da fita e revenido em tambores: esta última deve fixar a espiral, ajustar o seu coeficiente termo-elástico, endurecer e estabilizar o metal, assegurar-lhe um atrito interno e um magnetismo tão reduzidos quanto possível. O estudo dêstes ferros níquel complexos, foi feito por via experimental nos laboratórios de Imphy, por métodos que passamos sumàriamente a descrever.

É claro, que as suas conclusões foram verificadas por experiências práticas, sôbre cronómetros.

1) — Coeficiente termo-elástico e atrito interno.

Apesar do binário elástico duma espiral ser proporcional ao módulo de Young, o estudo termo-elástico das ligas dirigiu-se quási únicamente ao módulo de Coulomb. As medidas são, com efeito, mais fáceis e mais precisas. A variação de um módulo com a temperatura é deduzida das mudanças que sofre o período de oscilação dum pêndulo elástico, quando se aquece ou arrefece a mola a ensaiar.

O aparelho utilizado, derivou do pêndulo de Coulomb, é a cópia apenas modificado, do oscilómetro de M. Ch. — Eng. Guye. O fio amostra, de 120 m/m de comprimento e 0,23 m/m de diâmetro, está estendido segundo o eixo dum forno com regulação automática ou dum refrigerador anular.

2) — Endurecimento estrutural e estabilidade.

No endurecimento estrutural duma liga, a temperatura e a duração, a velocidade da hipertêmpera, as condições de revenido dependem não sòmente da composição química, mas do estado inicial, físico-químico e estrutural: assim, grandes dimensões dos constituintes atrasa a sua dissolução mútua, e o tratamento mecânico da solução sólida hipertemperada acelera o desdobramento durante o revenido.

As modificações da estrutura são visíveis ao microscópio; as mudanças de estado dependem da análise físico-térmica; os ensaios mecânicos caracterizam os resultados do tratamento endurecedor.

Tôda a liga que sofreu um tratamento térmico é suspeita de instabilidade.

O problema é muito importante no caso das espirais, porque tôda a modificação espontânea do estado físico-químico do metal traria uma variação permanente na marcha do relógio e tornaria ilusória uma compensação têrmica perfeita.

Depois de terminadas, as espirais são submetidas a ensaios.

A regularidade do enrolamento é facílima de verificar, mediante uma lupa, pelo efeito de contraste.

As qualidades auto-compensadoras deduzem-se de provas clássicas feitas com cronómetros munidos dessas espirais e volantes massiços de latão.

Para três temperaturas convencionais, 34°, 19°, 4° determina-se a marcha do cronómetro em 24 horas, isto é os excessos ou as faltas das suas indicações em relação às do cronómetro padrão.

A diferença das marchas observadas das duas temperaturas extremas, dividida pelo intervalo de 30° que a separa, é chamada «variação média por gráu centígrado».

O «êrro secundário» é o afastamento entre a marcha a 19° e a média das marchas a 4° e 34°; êle caracteriza a maior ou menor curvatura do diagrama que representa a marcha do relógio, em função da temperatura, no intervalo 4°-34°.

A fragilidade da fita deduz-se dum ensaio à dobradura: a espiral é apertada entre os mordentes de bicos agudos de dois pequenos tornilhos, um fixo e outro prêso a um prato oscilante. Faz-se oscilar êste prato de 60° para ambos os lados do zero, correspondente ao alinhamento dos tornilhos e nota-se o número de dobraduras necessárias para obter a ruptura.

Finalmente, o limite elástico da espiral é medido por meio dum engenhoso aparelho imaginado por M. Defossez (Vide fig. 1). A espira exterior é fixada por uma pinça P, solidária com um cursor móvel ao longo duma

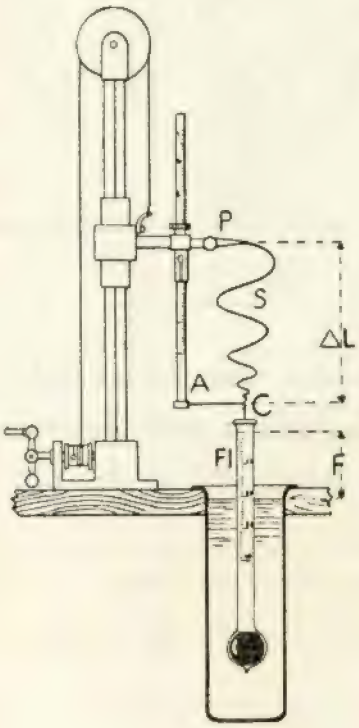


Fig. 1

coluna vertical. O movimento é comunicado por um pequeno cabrestante. A espira interior suspende, por um gancho C, o flutuador Fl imerso na água duma proveta. O esfôrço F é proporcional à altura e lê-se imediatamente na graduação. Uma régua com ponteiro A serve para medir o alongamento ΔL da espiral S.

A liga «métélinvar» deriva da «élinvar» por adições suplementares de molibdénio e vanádio.

A espiral hipertemperada é endurecida pelo processo de recozimento de fixação.

A liga «durinval» é um ferro níquel, adicionado de alumínio e titânio. O constituinte que se precipita é, formado a partir do níquel, do alumínio e do titânio, ainda mal conhecido.

Esta liga exige um fabrico mais delicado e tem um limite de elasticidade menor que a «métélinvar». Quanto à compensação térmica pode dizer-se bastante satisfatória — alguns décimos de segundo por grau e por dia, e o êrro secundário, por vezes, inferior a um segundo.

À medida que se vai precipitando o constituinte duro, baixa o ponto de Curie das ligas do tipo «durinval» e diminue a amplitude da anomalia termoelástica, ao contrário do que sucede durante o revenido do «métélinvar»

Mais difícil de fundir, forjar e temperar que o «métélmnar», o «durinval» oferece a vantagem dum limite elástico mais elevado — cêrca de 135 $^{kg}/_{mm2}$; a fragilidade é satisfatória; o ponto de Curie é mais baixo, correspondendo a um magnetismo menor. Quanto às propriedades auto-compensadoras, elucidam-nos os seguintes resultados, obtidos no laboratório da Société des Spiraux, em Chaux-de-Fondo:

Variação diurna por grau centigrado	Êrro secundário
Atraso: 0,08 segundo	+ 0,8 segundo
Atraso: 0,23 segundo.....	— 1,5 segundo
Atraso: 0,10 segundo.....	+ 2,5 segundo

(Da revista «Aluminium»)
Maio 1938

A dosagem dos ácidos orto, Piro e Metafosfóricos por determinação colorimétrica do pH

Por ARTHUR B. GERBER e FRANCIS T. MILES
Monsanto Chemical Company — Anniston, Ala.

De «Industrial and Engineering Chemestry», vol 30, Setembro, 15 — 1938 — Pag 519-524

O método de dosagem duma mistura de ácidos fosfóricos, apresentado pelos autores, consiste numa modificação do método empregado por Aoyama (J. Pharm. Soc. Japon — N.° 520, 553 — 1925) completado por Dwarzak-Rohrwig (Z. Anal. Chem. 77,14 — 1929).

Eis a descrição completa do método:

Linhas gerais do método proposto

Nas reacções de titulação, os ácidos meta piro e orto fosfóricos são considerados como mono, di e tri ácidos susceptíveis portanto de serem neutralizados em três graus.

Para fins de determinação, dissolver cuidadosamente em água gelada — para evitar hidratação — uma porção de ácido anidro e titulá-lo com uma solução padrão de hidróxido de sódio até ao pH 4,4 (valor provisório); até a êste ponto as reacções são:

$$PO_3H + OHNa = PO_3Na + OH_2$$
$$P_2O_7H_4 + 2OHNa = P_2O_7Na_2H_2 + OH_2$$
$$PO_4H_3 + OHNa = PO_4NaH_2 + OH_2$$

Continuando a titulação até pH 8,8 (valor provisório) na presença duma quantidade conveniente de NO_3Na, para reduzir a hidrólise, os hidrogénios residuais dos orto e pirofosfatos são neutralizados dando:

$$P_2O_7Na_2H_2 + 2OHNa = P_2O_7Na_4 + 2OH_2$$
$$PO_4H_2Na + OHNa = PO_4Na_2H + OH_2$$

Juntando agora um excesso de NO_3Ag os fosfatos de prata normais são precipitados e o hidrogénio do ácido ortofosfórico pode ser titulado com hidróxido de sódio usando vermelho de metil como indicador:

$$PO_3Na + NO_3Ag = PO_3Ag + NO_3Na$$
$$P_2O\ Na_4 + 4NO_3Ag = P_2O_7Ag_4 + 4NO_3Na$$
$$PO_4HNa_2 + 3NO_3Ag + NaOH = PO_4Ag_3 + 3NO_3Na + OH_2$$

Em cada uma destas titulações 2 moles de OH NA são equivalentes a 1 mol de P_2O_5 (sob a forma de orto meta e piro).

O valor de P_2O_5 em cada uma pode ser achado por subtracções sucessivas.

Por causa dos indicadores, a seqüência das titulações acima dadas não é seguida. Formam-se então duas porções iguais, da amostra, e titula-se uma na presença do indicador bromocresol verde até pH 4,4; outra na presença de thymol azul ou óleo vermelho B até pH 8,8 na reacção do sal de sódio (NO_3Na).

Nestes pontos pode ser adicionado NO_3Ag a cada solução para a titulação com vermelho de metil.

Como a viragem do vermelho de metil, é talvez mais fácil de ver na solução contendo bromocresol verde, o emprêgo desta solução é descrito na técnica abaixo.

As equações da titulação do vermelho de metil são:

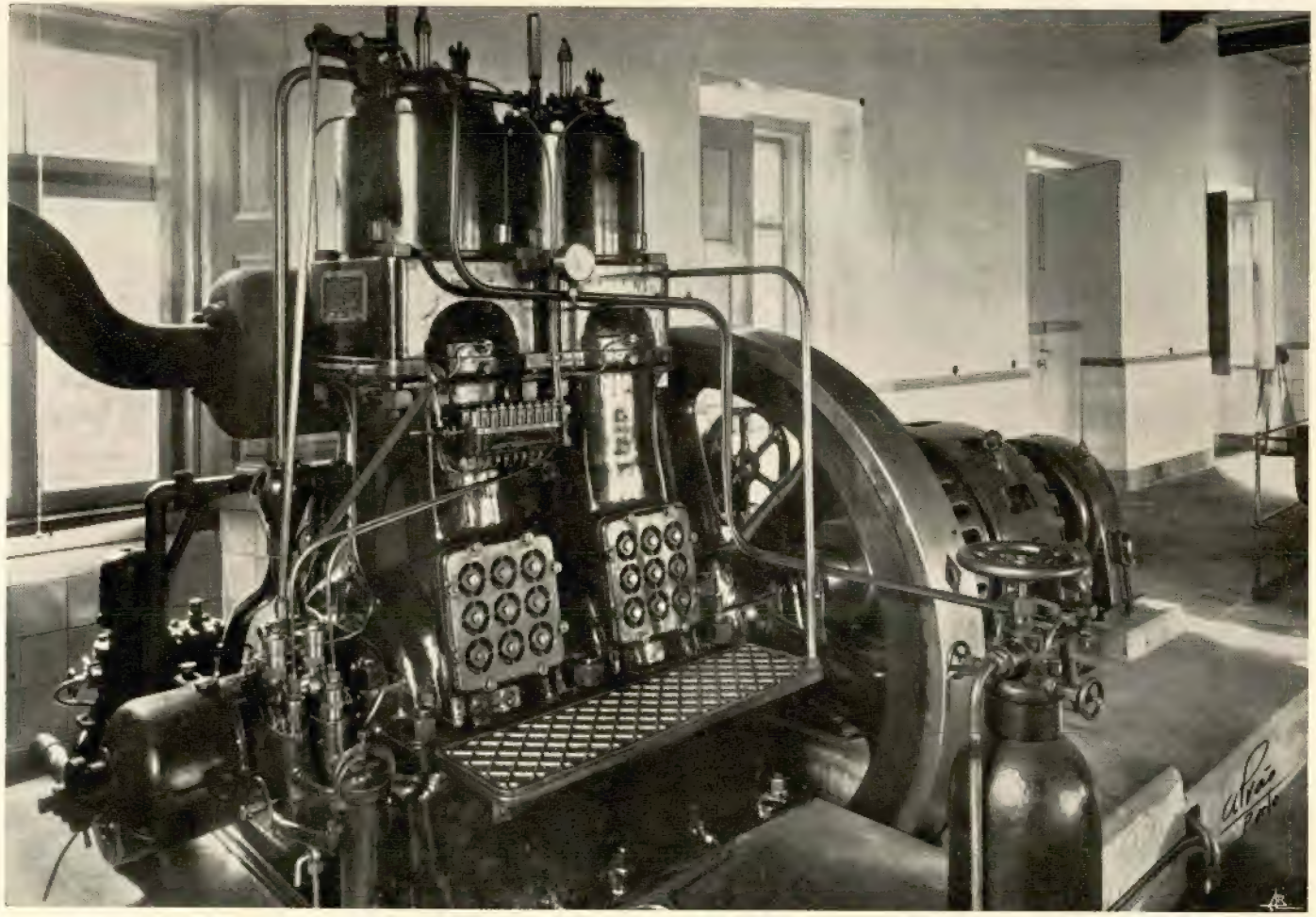
$$PO_3Na + NO_3Ag = PO_3Ag + NO_3Na$$
$$P_2O_7Na_2H_2 + 4NO_3Ag + 2O\ HNa = P_2O_7Ag_4 + 4NO_3Na + 2OH_2$$
$$PO_4NaH_2 + 3NO_3Ag + 2OHNa = PO_3Ag_3 + 3NO_3Na + 2OH_2$$

A fig. 1 mostra os produtos existentes nos diferentes pontos de viragem, e as relações dos valores da titulação entre os orto, meta e piro P_2O_5.

JAYME DA COSTA, L.DA

ENGENHEIROS

LISBOA **PORTO**



COMPANHIA DE ELECTRICIDADE DE TORRES VEDRAS

Central Diesel-eléctrica

Para esta Central fornecemos em 1932 um motor a óleos pesados "POLAR" de 140 HP., ligado directamente a alternador "ASEA" de 100 kVA., mais 4 alternadores "ASEA" com a potência total de 152 kVA. e um quadro de manobra e distribuição de 6 painéis.

Grv. 138

Tip. Pôrto Medico, L.da Pôrto

JAYME DA COSTA, L.DA

ENGENHEIROS

PORTO
PRAÇA DA BATALHA, 12

LISBOA
RUA DOS CORREEIROS, 14

REPRESENTANTES DAS FIRMAS

ALLMÄNNA SVENSKA ELEKTRISKA A.B. **(ASEA)**, VÉSTERAS, SUÉCIA

Motores e geradores de corrente contínua e alterna, transformadores, aparelhagem de alta e de baixa tensão. Ascensores, monta-cargas e gruas. Máquinas eléctricas especiais para as indústrias de fiação, tecelagem, papel, etc. Electrificação completa de fábricas, caminhos de ferro, etc.

SVENSKA TURBINFABRIKS A.B. LJUNGSTRÖM, FINSPONG, SUÉCIA

Turbinas a vapor **STAL.**

AKTIEBOLAGET ATLAS DIESEL, ESTOCOLMO, SUÉCIA

Motores a óleos pesados estacionários e marítimos **POLAR.**
Compressores e ferramentas pneumáticas **ATLAS.**

AKTIEBOLAGET PENTAVERKEN, SKÖVDE, SUÉCIA

Motores marítimos **PENTA** a gasolina, petróleo e óleo. Moto-bombas, grupos electrogêneos.

LANDIS & GYR S.A., ZUG, SUISSA

Contadores eléctricos e aparelhos derivados, relógios e auto-interruptores.

GEBR. RITZ & SCHWEIZER, SCHWÄB, GMÜND, ALEMANHA

Bombas centrífugas, de alta e baixa pressão.

BAMFORDS, LTD., UTTOXETER, INGLATERRA

Motores Diesel de pequenas potências, motores a gasolina e petróleo.

SANDVIKENS JERNVERKS AKTIEBOLAG, SANDVIKEN, SUÉCIA

Aços para tôdas as aplicações.

LOUIS BRENTA, BRUXELAS, BÉLGICA

Serras de fita para trabalhar madeira, com e sem chariot.

JEAN VICAN, CASTELJALOUX, FRANÇA

Máquinas para trabalhar madeira.

AKTIEBOLAGET BALTIC, ESTOCOLMO, SUÉCIA

Desnatadeiras, batedeiras, máquinas para o tratamento do leite.

BERLIN-ANHALTISCHE MASCHINENBAU, A. G., DESSAU, ALEMANHA **(BAMAG).**

Materiais para transmissões, aparelhos diferenciais eléctricos, tensores de correia.

BERLINER MASCHINENBAU-A. G. (SCHWARTZKOPFF), BERLIM, ALEMANHA

Locomotivas a vapor e a óleo, material para caminhos de ferro.

Os valores de pH 4,4 e 8,8 não são fixos, dependem das concentrações relativas dos ácidos orto e pirofosfóricos.

Nas condições do exemplo, o ponto de equivalência do monofosfato de sódio é pH = 4,8, enquanto que o

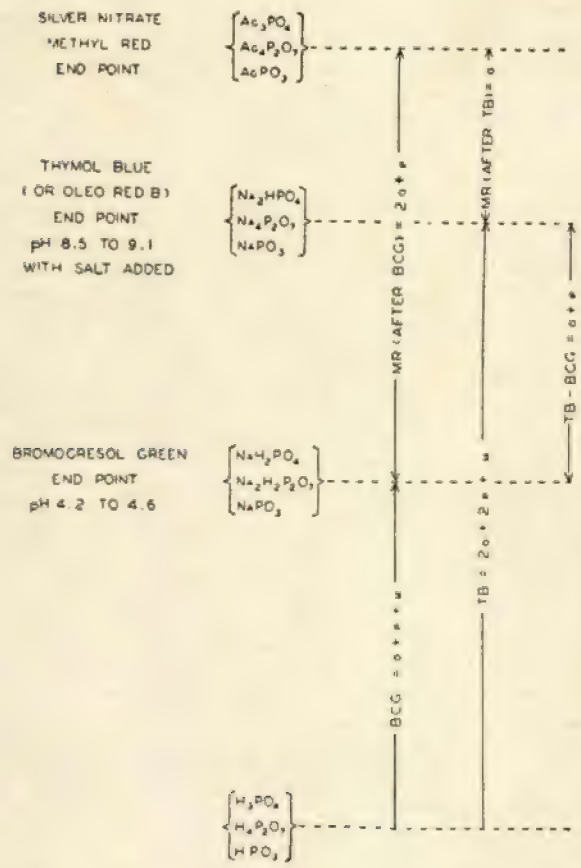


Fig. 1 — Relações dos valores das titulações do $P_2 O_5$ (orto, meta e piro) contido nos ácidos fosfóricos

pirofosfato ácido de sódio é 4,2 o ponto de equivalência do ortofosfato disódico é igualmente pH = 8,5 enquanto que o fosfato tetrasódico é 9,1.

Os valores dos pontos de viragem para as misturas ficam compreendidos entre os pontos de equivalência dos sais puros.

Se as proporções relativas dos ácidos orto e pirofosfóricos não são também conhecidas, os valores convenientes dos pontos de viragem podem ser directamente obtidos por meio duma interpolação linear como mostra a fig. 2.

Se as proporções são desconhecidas, devem ler-se as burêtas nos valores de pH = 4,2; 4,4; 4,6 para o bromocresol verde; pH = 8,4; 8,6; 8,8; 9,0; 9,2 para o timol azul ou tôdas as vezes que tais valores de pH correspondam a pontos de viragem.

Os volumes finais da titulação podem ser determinados, uma vez que os pontos exactos de viragem tenham sido estabelecidos por meio dum nomograma como mostra a fig. 3.

Como a titulação com o vermelho de metil pode indiferentemente ser realizada antes ou depois da titulação do thymol azul, esta figura apresenta duas escalas de titulação para o vermelho de metil.

Quando o ácido predominante é o pirofosfórico, e se apresenta sob a forma dum precipitado branco (não amarelo) depois da adição do No_3Ag, a substituïção do óleo vermelho B de La Motte por thymol azul é vantajosa porque a mudança de côr no intervalo de pH 8,8 a 9,2 é mais visível.

Neste caso, não é preciso fazer as leituras nos pontos 8,4 e 8,6.

Inversamente, quando o precipitado com No_3Ag é amarelo brilhante, não é necessário levar a titulação até aos valores de pH 9,0 e 9,2.

Técnica e soluções

Para as titulações de PH usam-se frascos de 250 cc, acusando o nível 100 cc.

Estes frascos têm tubos laterais com as mesmas dimensões que os tubos colorimétricos de La Motte.

Os padrões colorimétricos de La Motte usados são os seguintes:

pH = 4,2; 4,4; 4,6 para o bromocresol verde; pH = 8,4; 8,6; 8,8; 9,0; 9,2 para o thymol azul; pH = 8,6; 8,8; 9,0; 9,2 para o óleo vermelho B.

Soluto de soda padrão — 0,1408 N 1 cc <> 0,01g $P_2 O_5$ Esta solução é preparada a partir duma solução de hidróxido de sódio — isenta de carbonatos — centrifugada; aferida por meio de ácido benzódico puro.

Soluto de No_3 Ag. — 0,85 — 144g de cristais puros

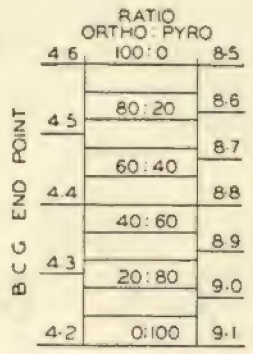


Fig. 2 — Tabela dos pontos de viragem, para diferentes proporções de orto e piro $P_2 O_5$

por litro 10 cc <> 0,2 de orto $P_2 O_5$; 0,3 g de Piro $P_2 O_5$; 0,6 g de meta $P_2 O_5$.

Empregar quantidades tais que todo o fosfato (e cloreto se existir) sejam precipitados e depois mais 5 cc como excesso.

Indicador Bromo Cresol Verde — Solução a 0,4 %. Dissolver 0,4 g de indicador sêco em 4,1 cc de oHNa 0,1408N e alguns cc de alcool, diluir com água até 100 cc.

Indicador thymol azul — Solução a 0,4 %. Dissolver 0,4 g do indicador sêco em 6,1 cc de oHNA 0,1408N e 5 a 10 cc de água. Diluir com água até 100 cc.

Indicador vermelho de metil — Solução a 0,2 %. Dissolver 0,2 de indicador sêco em 6,0 cc de alcool. Diluir com água até 100 cc.

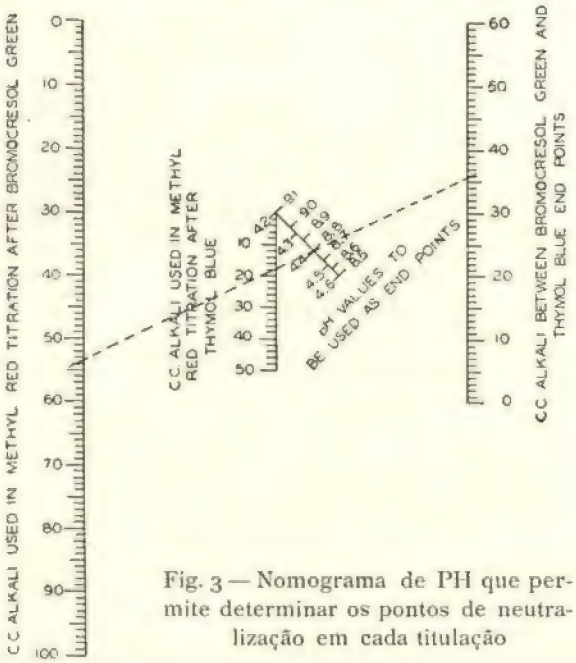


Fig. 3 — Nomograma de PH que permite determinar os pontos de neutralização em cada titulação

Indicador óleo vermelho B — Concentração 10N. Misturar 20 cc de alcool a 60 % com 40 cc de óleo vermelho B de La Motte (solução concentrada 15N).

Técnica

Para ácidos fosfóricos anidros — Preparação da solução. — Tomar uma cápsula de 400 cc, contendo cêrca de 200 cc de água gelada; agitada constantemente. Deitar vagarosamente a amostra, cêrca de 10 g, de modo a evitar um sobreaquecimento local. Depois de bem misturada passar para um frasco graduado, de 500 cc e completar o volume.

Desta solução, fazer duas tomas de 25 cc (contendo de 0,3 a 0,4 g. de P_2O_5) para frascos de titulação de pH. Titular imediatamente.

Titulação com o bromocresol verde — A uma das tomas juntar 0,5 cc. de bromocresol verde a 0,4 %. Titular com soda padrão até pH a 4,2; diluir ate 100 cc. Continuar a titulação tomando nota dos volumes de soda necessários para levar o pH até 4,2; 4,4 e 4,6. Comparar com os frascos padrões.

Titulação com o vermelho de metil — Juntar à solução anterior — pH = 4,6 — 25 cc. de NO_3Ag 0,85 N e agitar fortemente para aglomerar o precipitado. Juntar 0,5 cc. de vermelho de metil a 0,2 %. Titular com soda padrão. Perto do ponto de viragem, agitar fortemente antes de cada adição de soda e deixar repousar o precipitado a-fim-de tornar mais visível a mudança de côr.

Titulação com thymol azul — À outra toma juntar 0,5 cc. de 0,4 % de thymol azul (ou 0,5 cc. de óleo vermelho B 10 N, quando predomina o ácido pirofosfórico) e 14 g. de Cl Na.

Titular com soda padrão até pH = 8,4, diluir até 100 cc. Continuar a titulação, registando os volumes de OH Na necessário para os valores de pH 8,4; 8,6; 8,8; 9,0; 9,2. Comparar com os frascos padrões. Subtrair a cada um dos volumes uma titulação em branco (geralmente 0,1 cc).

Cálculos — Determinar, por meio do nomógrafo, os valores exactos dos pontos de viragem para o ácido a estudar. Determinar por interpolação os volumes exactos de soda necessários para obter êsses pontos.

Representando por BCG, TB e MR os volumes corrigidos de bromocresol verde, thymol azul e vermelho de metil, obtém-se as percentagens de P_2O_5, pelas expressões:

$BCG_{(cc)} \times 0{,}01 = P_2O_5$ total $(o + p + m)$ em gramas

$[TB_{(cc)} - BCG_{(cc)}] \times 0{,}01 = P_2O_5\,(o + p)$ » »

$[MR_{(cc)} - (TB_{(cc)} - BCG)] \times 0{,}01 = P_2O_5\,(o)$ » »

NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

"Traité de Blanchisserie Mécanique, Désinfection et Nettoyage a sec"

Por MAURICE CAEN (Eng. E. N. P. C.)

Librairie Polytechnique Ch Béranger
Paris — 1938 — Prêço brochado 90 fr.

O A., com uma sólida experiência adquirida em mais de 10 anos de trabalho em casas construtoras de material de branqueamento, desinfecção e limpeza a sêco, pretendeu — e julgamos que conseguiu — fazer obra de utilidade para todos os que a tais assuntos têm de dedicar a sua atenção: arquitectos, engenheiros, directores ou administradores de hospitais, hotéis, pensionatos, colégios, comunidades religiosas, etc. e, principalmente, os industriais da especialidade.

Compreende-se a necessidade duma tal obra para os engenheiros e arquitectos que trabalhem na construção dos edifícios referidos, pois que assim se não

verão na necessidade de recorrer às indicações, nem sempre desinteressadas, dos construtores do material a empregar. A propósito, notaremos a imparcialidade objectiva com que M. Caen trata todos os assuntos do seu livro, tanto mais que se encontra hoje desligado por completo das casas construtoras em que trabalhou — e isto é já apreciável.

A obra, começando por considerações gerais sôbre o branqueamento mecânico, trata, em seguida, dos motores e transmissões aplicadas, das máquinas de lavar, dos secadores mecânicos e térmicos, das prensas e máquinas de gelar, das caldeiras, etc., etc. — todos os elementos que interessam em tais instalações. Termina com umas noções sumárias sôbre o material de desinfecção e de limpeza a sêco.

PUBLICAÇÕES RECEBIDAS

Ministério das Obras Públicas e Comunicações — Junta de Electrificação Nacional

Estatística das Instalações Eléctricas de Portugal — 1937

Regulamentos de Exportação

Edições do C. D. P. C. — Angola 1938

Estatutos do Instituto de Coimbra

Coimbra 1938

A velocidade nos meios de transporte

Pelo Eng.º J. J. SALGADO

Separata do Boletim da Ordem dos Engenheiros

Le nickel dans l'Industrie de la machine agricole

Par F. RENAUD

Centre d'Information du Nickel — Paris 1938

PUBLICAÇÕES PERIÓDICAS

PORTUGAL

A ARQUITECTURA PORTUGUÊSA — Junho a Agôsto de 1938.

ANAIS DO CLUB MILITAR NAVAL — Abril a Junho de 1938.

ARQUITECTURA — Abril e Maio de 1938.

BOLETIM DA ORDEM DOS ENGENHEIROS — Junho a Setembro de 1938.

BOLETIM DA SOCIEDADE DE GEOGRAFIA — Junho a Agôsto de 1938.

BOLETIM DO GRÉMIO TÉCNICO PORTUGUÊS — 3.º trimestre de 1938.

BROTÉRIA — Julho a Setembro de 1938.

CLÍNICA, HIGIENE E HIDROLOGIA — Julho e Agôsto de 1938.

DEFESA NACIONAL — Julho de 1938.

ESTUDOS — Abril a Julho de 1938.

GAZETA DOS CAMINHOS DE FERRO — 16 de Julho a 1 de Outubro de 1938.

GIL VICENTE — Maio e Junho de 1938.

HUMANIDADE — N.os 67 a 79.

INDÚSTRIA PORTUGUÊSA — Julho a Setembro de 1938.

NAÇÃO PORTUGUÊSA — Vol. XI, fascículo V, 1938.

NEPTUNO — Junho e Julho de 1938.

O INSTITUTO — Vol. 93.º, n.º 1, 1938.

O MUNDO PORTUGUÊS — Julho a Setembro de 1938.

O SOLDADOR-CORTADOR — Agôsto de 1938.

OCIDENTE — Agôsto a Outubro de 1938.

PORTUGAL CORTICEIRO — Julho a Outubro de 1938.

RÁDIO-MOÇAMBIQUE — Junho a Agôsto de 1938.

REVISTA DA FACULDADE DE ENGENHARIA — Vol. IV, n.os 1 e 2, 1938.

REVISTA DE ARTILHARIA — Junho a Agôsto de 1938.

REVISTA OFICIAL DO SINDICATO NACIONAL DOS ARQUITECTOS — Maio a Julho de 1938.

SEARA NOVA — N.os 570 a 582.

ALEMANHA

EL PROGRESO DE LA INGENIERIA — Agôsto a Outubro de 1938.

REVISTA AEG — N.º 1 de 1938.

REVISTA SIEMENS — N.º 2 de 1938.

ARGENTINA

INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACION DE MATERIALES. INFORMACIONES — Maio a Julho de 1938.

LA INGENIERIA — Junho de 1938.

REVISTA DEL CENTRO ESTUDIANTES DE INGENIERIA — Julho de 1938.

BÉLGICA

ARCOS — Julho e Agôsto de 1938.

BULLETIN DE L'ASSOCIATION INTERNATIONALE DU CONGRÈS DES CHEMINS DE FER — Agôsto a Outubro de 1938.

L'OSSATURE MÉTALIQUE — Setembro de 1938.

BRASIL

BOLETIM DO INSTITUTO DE ENGENHARIA — Abril a Julho de 1938.

REVISTA BRASILEIRA DE ENGENHARIA — Junho e Julho de 1938.

REVISTA DE ENGENHARIA MACKENZIE — Vol. XI, n.º 69, 1938.

REVISTA MUNICIPAL DE ENGENHARIA — P. D. F. — Julho de 1938.

FRANÇA

LA CHRONIQUE DES MINES COLONIALES — Julho e Agôsto de 1938.

REVUE DE L'ALUMINIUM — Junho a Agôsto de 1938.

REVUE DU NICKEL — Julho e Setembro de 1938.

LA TÊCNQIQUE SAVITAIRE ET MUNICIPALE — Maio a Agôsto de 1938.

HOLANDA

MALARIA MONTHLY — Agôsto a Outubro de 1938.

ITÁLIA

ANNALI DEI LAVORI PUBLICI — Junho e Julho de 1938.

L'ELETTROTECNICA — 10 de Julho a 25 de Setembro de 1938.

L'INGEGNERE — Julho a Setembro de 1938.

RIVISTA DEL CATASTO E DEI SERVIZI TECNICI ERARIALI — Maio a Agôsto de 1938.

SUÉCIA

ASEA-REVUE — Julho e Setembro de 1938.

SUÍÇA

REVUE BROWN BOVERI — Maio a Agôsto de 1938.

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA, DOS ALUNOS DO I. S. T.

DIRECTOR: ROBERTO M. CHARTERS D'AZEVEDO
ADMINISTRADOR: PEDRO ARSÉNIO NUNES
BIBLIOTECÁRIO: CARLOS KRUS ABECASIS
CORPO REDACTORIAL: ISABEL MARIA GAGO, MANUEL REIS DE CARVALHO, ARTUR SILVA MARQUES

Propriedade e Edição da A. E. I. S. T.

TÉCNICA

Revista de Engenharia

dos

Alunos do Instituto Superior Técnico

VOL. VI

Números 79 a 95

Novembro de 1936 a Julho de 1938

REDACÇÃO E ADMINISTRAÇÃO

ASSOCIAÇÃO DOS ESTUDANTES DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

AV. ROVISCO PAIS, I. S. T.

LISBOA

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA, DOS ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

Índice alfabético dos artigos publicados nos n.os 79 a 95

A

Artigo	Autor	N.º	Mês	Ano	Pág.
Abastecimento da Vila do Cartaxo (Nova captação de águas para)	Eng. Alves Costa	87	Novembro	1937	324
Acção das vagas no molhe em construção no pôrto do Funchal	Eng. José Belard da Fonseca (Prof. do I. S. T.)	85	Maio	1937	221
Alfeite (Arsenal do)	Eng. Civil João Carlos Alves (I. S. T.)	93	Maio	1938	606
Algumas notas para a construção de modelos	Francisco Maia (Aluno do I. S. T.)	83	Março	1937	173
Alguns inconvenientes da promoção por antiguidade — Necessidade de selecção	Joaquim M. Esparteiro (Capitão-Tenente)	79	Novembro	1936	39
Aluviões da margem direita do Tejo, a montante da Bacia de Lisboa (Captação das águas das)	Dr. Ernest Fleury (Prof. do I. S. T.)	93	Maio	1938	612
Antigos alunos do I. S. T.		80	Dezembro	1936	65
Antigos alunos do I. S. T.		93	Maio	1938	623
Ar comprimido	Eng. Pedro de Vasconcelos (I. S. T.)	82	Fevereiro	1937	121
Ar comprimido	Eng. Pedro de Vasconcelos (I. S. T.)	83	Março	1937	148
Arcos de alvenaria (Determinação da fibra média dos)	Manuel Bravo (Do Curso de Engenharia Civil)	85	Maio	1937	242
Arcos encastrados simétricos, submetidos a quaisquer cargas verticais (Cálculo de)	Alberto Abecassis (Do Curso de Engenharia Civil)	79	Novembro	1936	13
Arsenal do Alfeite	Eng. Civil João Carlos Alves (I. S. T.)	93	Maio	1938	606
Arquitectura (Engenharia e)	Eng. M. Freyssinet	81	Janeiro	1937	71
Artes menores e a função das Escolas Técnicas profissionais (As)	Prof. Armando de Lucena	81	Janeiro	1937	89
Aviação	Cap. Av. Humberto Pais	83	Março	1937	166
Aviação no I. S. T.	Herberto M. Miranda (Do Curso Geral)	80	Dezembro	1936	63

B

Betão (Uma revolução nas técnicas do)	Eng. E. Freyssinet	84	Abril	1937	179
Bernard Courtois	Prof. Charles Lepierre	93	Maio	1938	599
Bodas de Prata	Dr. A. de Mira Fernandes (Prof. do (I. S. T.)	85	Maio	1937	291
Breves notas para o estudo do «número de dias com chuva» em Portugal	Álvaro de Carvalho Andrea (Licenciado em medicina, etc.)	81	Janeiro	1937	81
Breve estudo sôbre os mármores de Vila Viçosa. Notas geológicas e extracto-resumo dum capítulo de estudo e projecto duma emprêsa de mármores	J. Mendes de Oliveira (Do Curso de Engenharia de Minas)	80	Dezembro	1936	60

C

Cálculo de arcos encastrados simétricos, submetidos a quaisquer cargas verticais	Alberto Abecassis (Do Curso de Engenharia Civil)	79	Novembro	1936	13
Cálculo de lages e vigas rectangulares, de betão armado	Eng. Fernando Vasco Costa (I. S. T.)	80	Dezembro	1936	47

Artigo	Autor	N.º	Mês	Ano	Pág.
Cálculo de vigas, trabalhando à flexão desviada e armadas à compressão . .	Eng. Civil Adolfo Maria da Cunha Amaral (U. P.)	93	Maio	1938	631
Cálculo de vigas trabalhando à flexão desviada e armada à compressão	Eng. Civil Adolfo Maria da Cunha Amaral (U. P.)	95	Julho	1938	719
Cálculo Variacional (Evolução do) (No Bi-Centenário de Lagrange)	Dr. Aureliano de Mira Fernandes (Prof. I. S. T.)	79	Novembro	1936	1
Canal do Tejo-Extracto (Relatório de um tirocínio nas Obras do)	Alexandre Ferreira Chaves (Do Curso de Engenharia Civil)	81	Janeiro	1937	75
Canal do Tejo (O nivelamento geométrico do)	Eng. Civil Amílcar de Melo (E. M.) .	91	Março	1938	461
Canal do Tejo (O nivelamento geométrico do)	Eng. Civil Amílcar de Melo (E. M.) .	92	Abril	1938	569
Cartas Topográficas	Eng. Geógrafo Ferraro Vaz	86	Junho	1937	268
Captação das águas das aluviões da margem direita do Tejo, a montante da Bacia de Lisboa	Dr. Ernest Fleury (Prof. I. S. T.) . .	93	Maio	1938	612
Caso de electrificação rural (Um)	Eng. Elect. Luiz P. Carneiro Leão . .	90	Fevereiro	1938	422
Centenário de Roberto Duarte Silva . . .	Prof. Charles Lepierre	83	Março	1937	137
Centenário de Roberto Duarte Silva (No)	Eng. A. Herculano de Carvalho (Prof. I. S. T.)	82	Fevereiro	1937	101
Central Térmica do Freixo e Sub-Estação de Condeixa	Eng. Paulo de Barros (I. S. T.) . . .	81	Janeiro	1937	94
Chuva em Portugal (Breves notas para o estudo do número de dias com)	Álvaro de Carvalho Andrea (Licenciado em medicina, etc.)	81	Janeiro	1937	81
Colaboração de Engenheiros e Arquitectos	Arq. Pardal Monteiro, (Prof. I. S. T.)	86	Junho	1937	253
Comunicado acêrca dos trabalhos do Comité do Instituto Internacional do Frio para a normalização dos moldes e geradores de gêlo	Eng. Ch. Colombi	87	Novembro	1937	316
Completaram a parte escolar dos seus cursos no ano lectivo findo, os nossos colegas	. . . . .	81	Janeiro	1937	96
Condeixa, da União Eléctrica Portuguêsa (A Sub-Estação de)	Eng. Paulo de Barros (I. S. T.) . . .	84	Abril	1937	197
Construção da ponte sôbre o Tejo em frente de Lisboa (A)	Eng. Afonso Zuzarte de Mendonça .	89	Janeiro	1938	379
Construção dos Portos de Setúbal e do Funchal	Eng. K. Hojgaard	87	Novembro	1937	301
Consumo de Energia Eléctrica (Tarifação e)	José M. P. Athayde (Do Curso de Engenharia Electrotécnica)	81	Janeiro	1937	92
Curso de Soldadura (Um)	Eng. Alberto Neuvy	86	Junho	1937	272

D

Derivadas tensoriais simétricas	Doutor Mira Fernandes (Prof. do I. S. T.)	93	Maio	1938	604
Descartes	Ferreira de Macedo.	88	Novembro	1937	295
Determinação da fibra média dos arcos de alvenaria	Manuel Bravo (Do Curso de Engenharia Civil).	85	Maio	1937	242
Dicetonas (Síntese de δ)	Eng. A. Peres de Carvalho (Prof. do I. S. T.)	95	Julho	1938	692
Do Mundo Técnico	. . . . .	79	Novembro	1936	41
Do Mundo Técnico	. . . . .	80	Dezembro	1936	66
Do Mundo Técnico	. . . . .	81	Janeiro	1937	97
Do Mundo Técnico	. . . . .	82	Fevereiro	1937	135
Do Mundo Técnico	. . . . .	83	Março	1937	177
Do Mundo Técnico	. . . . .	87	Novembro	1937	327
Do Mundo Técnico	. . . . .	88	Dezembro	1937	357
Do Mundo Técnico	. . . . .	89	Janeiro	1938	416
Do Mundo Técnico	. . . . .	90	Fevereiro	1938	457
Do Mundo Técnico	. . . . .	91	Março	1938	521
Do Mundo Técnico	. . . . .	92	Abril	1938	593
Do Mundo Técnico	. . . . .	93	Maio	1938	640
Do Mundo Técnico	. . . . .	94	Junho	1938	678
Do Mundo Técnico	. . . . .	95	Julho	1938	721

E

Artigo	Autor	N.º	Mês	Ano	Pág.
Electricidade	Eng. Elec. Ferreira Dias (Prof. do I.S.T.)	89	Fevereiro	1938	421
Electrificação Rural (Um caso de)	Eng. Elec. Luiz Carneiro Leão	90	Fevereiro	1938	422
Electrificação total da aldeia de Saint-Hi-laire-Sur-Helpe (Nord) (A propósito da)		82	Fevereiro	1937	133
Electrodinamómetro de indução (Estudo sôbre o)	Prof. C. Ferrer Moncada	94	Junho	1938	654
Elementos para o estudo da organização da Indústria Eléctrica em Portugal	José M. P. Athayde (Do Curso de Engenharia Electrotécnica)	95	Julho	1938	702
Energia Eléctrica (Tarifação e Consumo de)	José M. P. Athayde (Do Curso de Engenharia Electrotécnica)	81	Janeiro	1937	92
Energia reactiva	Prof. J. Ferreira Dias	94	Junho	1938	647
Engenharia e Arquitectura	Eng. M. Freyssinet	81	Janeiro	1937	71
Engenheiros e Arquitectos (Colaboração de)	Arq. Pardal Monteiro, Prof. do I. S. T.	89	Junho	1937	253
Engenheiros (As Matemáticas e os)	Eng. José Colen (I. S. T.)	83	Março	1937	144
Engenheiros através do «Diário do Govêrno», Errata		70	Novembro	1936	19
Êrros cometidos com o emprêgo dos processos estereofotogramétricos nos levantamentos de cargas em grandes escalas	Eng. António de Carvalho Xerez (I.S.T.)	84	Abril	1937	207
Escolas Técnicas Profissionais (As Artes menores e a função das)	Prof. Armando de Lucena	81	Janeiro	1937	89
Estação de Radiofusão do Rádio Club Português (A)		94	Junho	1938	676
Estatística (Estrutura da Luz-Hipótese dos Quanta-Métodos de)	António da Silveira (Prof. de Física Geral e Experimental do I. S. T.)	91	Março	1938	477
Estatística (Estrutura da Luz-Hipótese dos Quanta-Métodos de)	António da Silveira (Prof. de Física Geral e Experimental do I. S. T)	92	Abril	1938	529
Estatística das Instalações Eléctricas em Portugal, Relatório	Eng. Ferreira Dias (Prof. do I. S. T.)	79	Novembro	1936	19
Estatística das Instalações Eléctricas em Portugal		90	Fevereiro	1938	441
Estrutura da Luz — Hipótese dos Quanta-Métodos de Estatística	António da Silveira (Prof. de Física Geral e Experimental do I. S. T.)	91	Março	1938	477
Estrutura da Luz — Hipótese dos Quanta-Métodos de Estatística	António da Silveira (Prof. de Física Geral e Experimental do I. S. T.)	91	Abril	1938	579
Estudo sôbre a acção das vagas no molhe em construção no pôrto do Funchal	Eng. José Belard da Fonseca (Prof. do I. S. T.)	85	Maio	1937	221
Estudo sôbre o electrodinamómetro de indução	Prof C. Ferrer Moncada	94	Junho	1938	654
Evolução do Cálculo Variacional (No Bi-Centenário de Lagrange)	Dr. Aureliano de Mira Fernandes (Prof. do I. S. T.)	79	Novembro	1936	1
Exposição Internacional de Paris (A Química no Palácio da Descoberta da)	Prof. Charles Lepierre	88	Dezembro	1937	342

F

Ferro em Portugal (Vamos finalmente ter)	Adriano Vaz Pinto (Do Curso de Engenharia Civil)	86	Junho	1937	281
Frigorífico do novo Matadouro da cidade de Lisboa (O)	Eng. João Mendes Leal (I. S. T.)	85	Maio	1937	234
Frigorífico do novo Matadouro Municipal de Lisboa (O)	Eng. João Mendes Leal (I. S. T.)	94	Junho	1938	663
Festa de despedida dos alunos do 6.º ano do Instituto		86	Junho	1937	290
Função das Oficinas do Instituto Superior Técnico (A)	Eng. José Mendes Leal (Prof. I. S. T.)	88	Dezembro	1937	345

H

Artigo	Autor	N.º	Mês	Ano	Pág.
Hidráulica (Notas de uma excursão da cadeira de)	L. G. L.	86	Junho	1937	285

I

Indústria Eléctrica em Portugal (Elementos para o estudo da organização da)	José M. P. Athayde	95	Julho	1938	702
Instalações Eléctricas em Portugal (Estatística das)		90	Fevereiro	1938	441
Instalações Eléctricas em Portugal Estatísticas das (Relatório)	Eng. J. Ferreira Dias (Prof. I. S. T.)	79	Novembro	1937	19
Instituto Superior Técnico (O)	Dr. Alfredo Bensaúde	88	Dezembro	1937	335
I. S. T. (O Problema Arquitectural do)	Arq. Pardal Monteiro (Prof. I. S. T.)	93	Maio	1938	624

L

Laboratório de formigão armado (Porque não temos um)	Manuel Bravo (Do Curso de Engenharia Civil)	81	Janeiro	1937	74
Lages e vigas rectangulares, de betão armado (Cálculo de)	Eng. Fernando Vasco Costa (I. S. T.)	80	Dezembro	1936	47
Levantamentos de cartas em grandes escalas (Erros cometidos com o emprêgo dos processos estereofotogramétricos nos)	Eng. António de Carvalho Xerez (I. S. T.)	84	Abril	1937	207

M

Mármores de Vila Viçosa. Notas geológicas e extracto resumo dum capítulo de estudo e projecto duma emprêsa de mármores (Breve estudo sôbre os)	J. Mendes de Oliveira (Do Curso de Engenharia de Minas)	80	Dezembro	1936	60
Matadouro da cidade de Lisboa (O frigorífico do novo)	Eng. João Mendes Leal (I. S. T.)	85	Maio	1937	234
Matadouro Municipal de Lisboa (O frigorífico do novo)	Eng. Mec. João Mendes Leal (I. S. T.)	94	Junho	1938	663
Matemáticas e os Engenheiros (As)	Eng. José Colen (I. S. T.)	83	Março	1937	144
Metalurgia em Portugal (A)	Eng. Aboim Inglês (Prof. I. S. T.)	95	Julho	1938	687
Mística profissional	José M. P. Athayde (Do Curso de Engenharia Electrotécnica)	82	Fevereiro	1937	119
Montanha de cargas de Lisboa (A)	José M. P. Athayde	94	Junho	1938	675
Mossâmedes (A região mineralizada no interior de)	Eng. Fernando Mouta	95	Julho	1938	713
Mundo Técnico (Do)		79	Novembro	1936	41
Mundo Técnico (Do)		80	Dezembro	1936	66
Mundo Técnico (Do)		81	Janeiro	1937	97
Mundo Técnico (Do)		82	Fevereiro	1937	135
Mundo Técnico (Do)		83	Março	1937	177
Mundo Técnico (Do)		87	Novembro	1937	327
Mundo Técnico (Do)		88	Dezembro	1937	357
Mundo Técnico (Do)		89	Janeiro	1938	416
Mundo Técnico (Do)		90	Fevereiro	1938	457
Mundo Técnico (Do)		91	Março	1938	521
Mundo Técnico (Do)		92	Abril	1938	593
Mundo Técnico (Do)		93	Maio	1938	640
Mundo Técnico (Do)		94	Junho	1938	678
Mundo Técnico (Do)		95	Julho	1938	721

N

Nível médio da vida (O)	José M. P. Athayde (Do Curso de Engenharia Electrotécnica)	86	Junho	1937	284
Nivelamento geométrico do Canal do Tejo (O)	Eng. Civil Amílcar de Melo (E. M.)	91	Março	1938	461

Artigo	Autor	N.º	Mês	Ano	Pág.
Nivelamento geométrico do Canal do Tejo (O)	Eng. Civil Amílcar de Melo (E. M.)	92	Abril	1938	569
Nomografia (Primeira lição dum curso de)	Manuel Mendes da Rocha, Aluno do Curso de Engenharia Civil e Assist. do I. S. T.	80	Dezembro	1936	49
Notas de uma excursão da cadeira de Hidráulica	L. G. L.	86	Junho	1937	285
Notas bibliográficas		80	Dezembro	1936	69
Notas bibliográficas		81	Janeiro	1937	100
Notas bibliográficas		83	Março	1937	178
Notas bibliográficas		84	Abril	1937	217
Notas bibliográficas		85	Maio	1937	251
Notas bibliográficas		86	Junho	1937	290
Notas bibliográficas		87	Novembro	1937	331
Notas bibliográficas		88	Dèzembro	1937	372
Notas bibliográficas		89	Janeiro	1938	417
Notas bibliográficas		90	Fevereiro	1938	459
Notas bibliográficas		91	Março	1938	526
Notas bibliográficas		92	Abril	1938	596
Notas bibliográficas		93	Maio	1938	643
Notas bibliográficas		95	Julho	1938	723
Noticiário		82	Fevereiro	1937	133
Noticiário		85	Maio	1937	251
Noticiário		93	Maio	1938	638
Normalização dos moldes e geradores de gêlo (Comunicado acêrca dos trabalhos do Comité do Instituto Internacional do Frio para a)	Eng. Ch. Colombi	87	Novembro	1937	316
Nova captação de águas para abastecimento da Vila do Cartaxo	Eng. Alves Costa (I. S. T.)	87	Novembro	1937	324
Número especial da «Técnica» (O)		79	Novembro	1936	12

O

Obras de ampliação do Pôrto do Lobito	Luiz de Guimarães Lobato (Do Curso de Engenharia Civil)	83	Fevereiro	1937	105
Obras de ampliação do Pôrto da Beira	Luiz de Guimarães Lobato (Do Curso de Engenharia Civil)	86	Junho	1937	255
Oficinas do Instituto Superior Técnico (A função das)	Eng. José Mendes (Leal Prof. I. S. T.)	88	Dezembro	1937	345
Organização da Indústria Eléctrica em Portugal (Elementos para o estudo da)	José M. P. Athayde (Do Curso de Engenharia Electrotécnica)	95	Julho	1938	752

P

Petróleo bruto e a sua refinação (O)	Isabel Gago	96	Julho	1938	694
«Plafonds» — Nebulosidade e estudo das nuvens (Ventos em altitude)	Eng. geógrafo Ferraro Vaz	88	Dezembro	1937	348
Política Hidráulica — Uma Repartição do Estado, que honra o País e a Engenharia Nacional		79	Novembro	1936	39
Ponte sôbre o Tejo em frente de Lisboa (A construção da)	Eng. Afonso Zuzarte de Mendonça	89	Janeiro	1938	379
Pôrto do Lobito (Obras de ampliação do)	Luiz de Guimarãis Lobato (Do Curso de Engenharia Civil)	82	Fevereiro	1937	105
Pôrto de Lisboa e as suas obras (O)	Eng. A. de M. Cid Perestrelo (Prof. I. S. T.)	89	Janeiro	1938	407
Pôrto da Beira (Obras de ampliação do)	Luiz de Guimarãis Lobato (Do Curso de Engenharia Civil)	86	Junho	1937	255
Portos de Setúbal e do Funchal (Construção dos)	Eng. K. Hojgaard	87	Novembro	1937	301
Porque não temos um laboratório de formigão armado?	Manuel Bravo (Do Curso de Engenharia Civil)	81	Janeiro	1937	74
Prática da aviação sem motor — sua finalidade (A)	Redondo J.er	83	Março	1937	175
Primeira lição dum Curso de Nomografia	Manuel Mendes da Rocha (Aluno do Curso de Engenharia Civil e Assist. do I. S. T.)	80	Dezembro	1936	49

Artigo	Autor	N.º	Mês	Ano	Pág.
Problema Arquitectural do I. S. T. (O)	Arq. Pardal Monteiro (Prof. I. S. T.)	93	Maio	1938	624
Promoção por antiguidade — Necessidade de selecção (Alguns inconvenientes da)	Joaquim M. Esparteiro (Cap.-Tenente)	79	Novembro	1936	38
Professor Charles Lepierre (O)	Eng. A. Herculano de Carvalho (Prof. do I. S. T.)	81	Janeiro	1938	375
Publicações recebidas		79	Novembro	1934	42
Publicações recebidas		80	Dezembro	1936	70
Publicações recebidas		81	Janeiro	1937	100
Publicações recebidas		82	Fevereiro	1937	136
Publicações recebidas		84	Abril	1937	218
Publicações recebidas		85	Maio	1937	252
Publicações recebidas		86	Junho	1937	291
Publicações recebidas		87	Novembro	1937	332
Publicações recebidas		88	Dezembro	1937	37
Publicações recebidas		89	Janeiro	1938	418
Publicações recebidas		90	Fevereiro	1938	460
Publicações recebidas		91	Março	1938	527
Publicações recebidas		92	Abril	1938	597
Publicações recebidas		93	Maio	1938	644
Publicações recebidas		94	Junho	1938	681
Publicações recebidas		95	Julho	1938	724

Q

Questões radioelectrotécnicas	Eng. Paulo de Brito Aranha	88	Dezembro	1937	357
Questões radioelectrotécnicas	Eng. Paulo de Brito Aranha	94	Junho	1938	670
Questões radioelectrotécnicas	Eng. Paulo de Brito Aranha	96	Julho	1938	706
Química no Palácio da Descoberta, da Exposição Internacional de Paris (A)	Prof. Charles Lepierre	88	Dezembro	1937	342

R

Rádio Club Português (A estação da rádiodifusão do)		94	Junho	1938	676
Refinação (O Petróleo bruto e a sua)	Isabel Gago	95	Julho	1938	694
Região mineralizada do interior de Mossâmedes (A)	Eng. Fernando Mouta	95	Julho	1938	713
Relatório da Direcção e Administração da «Técnica», do ano lectivo de 1935-36	Eng. António de Carvalho Xerez e M. M. da Rocha	80	Dezembro	1936	43
Relatório da Direcção e Administração da «Técnica», do ano lectivo de 1936-37	Eng. Civil Manuel Bravo e Luiz de Guimarães Lobato	92	Abril	1938	589
Relatório de um tirocínio nas Obras do Canal do Tejo — Extracto	Alexandre Ferreira Chaves (Do Curso de Engenharia Civil	81	Janeiro	1937	75
Revestimento de túneis	José Augusto dos Santos (Do Curso de Engenharia Civil)	85	Maio	1937	250
Revolução nas técnicas do betão (Uma)	Eng. E. Freyssinet	84	Abril	1937	179
Rio Trancão (A travessia do)	Eng. elect. Frederico Oom (I. S. T.)	90	Fevereiro	1938	427
Roberto Duarte Silva (No centenário de)	Eng. A. Herculano de Carvalho (Prof. do I. S. T.)	82	Fevereiro	1937	101
Roberto Duarte Silva (Centenário de)	Prof. Charles Lepierre	83	Março	1937	137

S

Sintese de δ dicetonas	Eng. A. Peres de Carvalho (Prof. I. S. T.)	95	Julho	1938	692
Soldadura (Um Curso de)	Eng. Alberto Neury	86	Junho	1937	272
Sub-estação de Condeixa (Central Térmica do Freixo e)	Eng. Paulo de Barros (I. S. T.)	81	Janeiro	1937	94
Sub-estação de Condeixa, da União Eléctrica Portuguêsa (A)	Eng. Paulo de Barros (I. S. T.)	84	Abril	1937	197

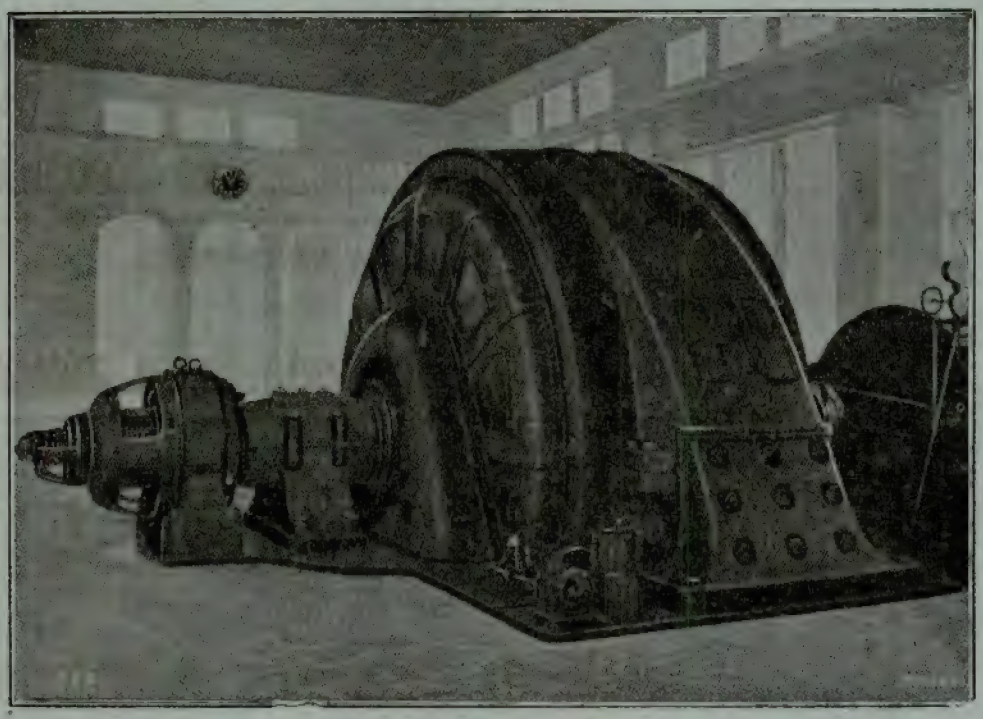
T

Artigo	Autor	N.º	Mês	Ano	Pág.
Tarifação e Consumo de Energia Eléctrica	Jose M. P. Athayde (Do Curso de Engenharia Electrotécnica)	81	Janeiro	1937	92
Tarifas de energia reactiva	Prof. J. Ferreira Dias	94	Junho	1938	647
Tarifas de venda de energia eléctrica. Sua evolução em Portugal	Eng. Elec. António Metello de Nápoles (I. S. T.)	90	Fevereiro	1938	431
Travessia do Rio Trancão (A)	Eng. Elec. Frederico Oom (I. S. T.)	90	Fevereiro	1938	427
Túneis (Revestimento de)	José Augusto dos Santos (Do Curso de Engenharia Civil	85	Maio	1937	250

V

Vamos, finalmente, ter ferro em Portugal	Adriano Vaz Pinto (Do Curso de Engenharia Civil)	86	Junho	1937	281
Vão de 710 metros (Um)	Eng. Barreto de Carvalho	95	Julho	1938	698
Venda de energia eléctrica. Sua evolução em Portugal (Tarifas)	Eng. Elec. António Metello de Nápoles (I. S. T.)	90	Fevereiro	1938	431
Ventos em altitude — «Plafonds» — Nebulosidade e estudo das nuvens	Eng. geógrafo Ferraro Vaz	88	Dezembro	1937	348
Vida Escolar e Associativa		93	Maio	1938	639
Viga de comprimento finito assente sôbre terreno elástico	Eng. G. Magnel	89	Janeiro	1938	382
Vigas rectangulares, de betão armado (Cálculo de lages e)	Eng. Fernando Vasco Costa (I. S. T.)	90	Dezembro	1936	47
Vigas, trabalhando à flexão desviada e armadas à compressão (Cálculo de)	Eng. Civil Adolfo Maria da Cunha Amaral (U. P.)	93	Maio	1938	631
Vigas, trabalhando à flexão desviada e armadas à compressão (Cálculo de)	Eng. Adolfo Maria da Cunha Amaral	95	Julho	1938	719
Vôo à vela	Humberto Pais	81	Janeiro	1937	86

AEG LUSITANA DE ELECTRICIDADE



Gerador trifásico de 2500 kVA volts

Centrais termo e hidro-eléctricas. Electrificação de caminhos de ferro. Máquinas para soldadura eléctrica por arco e resistência para tôdas as aplicações. Estações de transformação de qualquer capacidade e tensão. Accionamentos eléctricos especiais para fábricas texteis. Motores e aparelhagens para tôdas as indústrias.

Motores de duplo enrolamento sem escôvas nem resistência de arranque

AEG

LISBOA
Rua dos Fanqueiros, 12 a 16

PORTO
Rua Sá da Bandeira, 209 a 215

Publicações da TÉCNICA

Modernas Concepções da Mecânica

Prof. MIRA FERNANDES

Viga de comprimento finito assente sôbre terreno elástico

Prof. G. MAGNEL

Tabelas de Resistência de Materiais

Prof. VICENTE FERREIRA

Regulamento de Pontes Metálicas

(1929)

Regulamento do Betão Armado

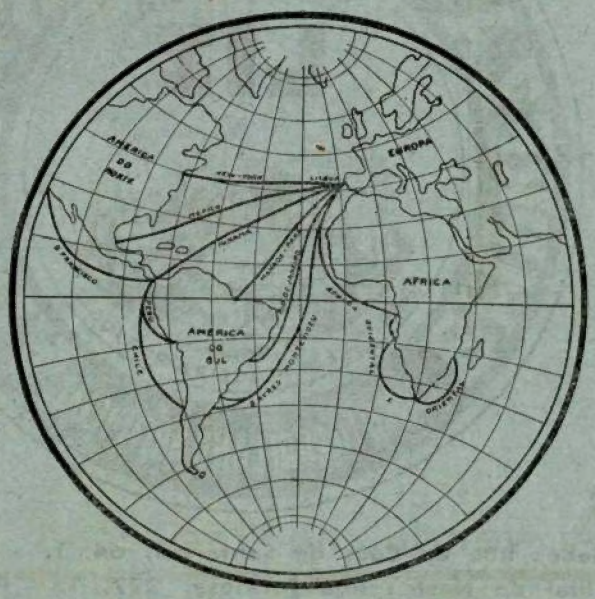
(1935)

À venda na redacção da TÉCNICA

PÔRTO DE LISBOA

Grande pôrto, pela sua posição geográfica, extensão e profundidade, com excepcionais condições de abrigo.
Cais, docas e aparelhagem com abundância.
Estaleiro de construção e reparação de navios.
Movimento de navios e de mercadorias notável.
Comunicações com tôda a Europa por caminho de estrada e pelo ar.

Dos grandes portos da Europa é o mais próximo dos Estados Unidos da América do Norte, — da América Central, — da América do Sul e da África Ocidental.



T. S. F.

LOUÇAS SANITÁRIAS
MATERIAL ELÉCTRICO
ENCANAMENTOS
BALNEÁRIOS
AQUECIMENTO CENTRAL
VENTILAÇÃO
ILUMINAÇÃO
CAMPAINHAS
TELEFONES
PÁRA-RAIOS
FRIGORÍFICOS «COPELAND»
ELEVADORES «STIGLER»

T. S. F.

Fundição de metais — Torneiras — Serralharia civil e artística—Latoaria—Galvanoplastia, etc.

Júlio Gomes Ferreira & C.ª, L.da

(CASA FUNDADA EM 1823)

A MAIS ANTIGA NO SEU GÊNERO

Estabelecimentos { Rua da Vitória, 82-88
Rua Aurea, 166-170 — LISBOA

Fábrica: Rua S. Tiago, 19

Telefones 21361 P. B. X.

VENDAS A PRESTAÇÕES

EMULSÕES

de asfalto para estradas

Todos os tipos e percentagens

TELEFONE 20879
Telegramas: Epalda — LISBO

FÁBRICA EM SACAVÉM

Barricas de 180 kilos

Sacos de juta de 50 kilos

Sacos de papel de 50 kilos

Sede: Rua do Caes de Santarem, 64, 1.º — LISBOA
Filial do Norte: Rua Formosa, 297, 1.º — PORTO

AGÊNCIAS EM TODO O PAÍS

Engenheiros!
Arquitectos!
Proprietários!
Mestres de obras!
Donas de casa!

As nossas 12 fábricas de produtos cerâmicos espalhadas pelo País, produzindo do barro vermelho a porcelana estão ao vosso serviço, estando também ao vosso serviço os nossos depósitos de exposição e venda em

Porto, Lisboa, Coimbra, Braga, Faro, Portimão, Leiria, Algoz, Santarém, Setúbal e Funchal.

Sem verificardes os nossos novos preços e qualidades, não deveis comprar

Azulejos brancos, decorados e artísticos
Ladrilhos de Cimento
Louças Sanitárias
Porcelanas de mesa e para electricidade
Louças de Faiança para Mesa e Cosinha
Telhas e Tijolos
Mosaicos de Grez Cerâmico
Produtos refractários
Louças decorativas

Companhia das Fábricas Cerâmica Lusitânia

Sede: R. DO ARCO CEGO, 88 — LISBOA

DEPENDENCIAS DO PORTO

Fábrica: Quinta do Roriz — Monte do Seminário — Escritório: Rua José Falcão, 174
Dependências de Coimbra: Estação Velha — Loreto

É DO VOSSO INTERESSE PREFERIR OS NOSSOS PRODUTOS

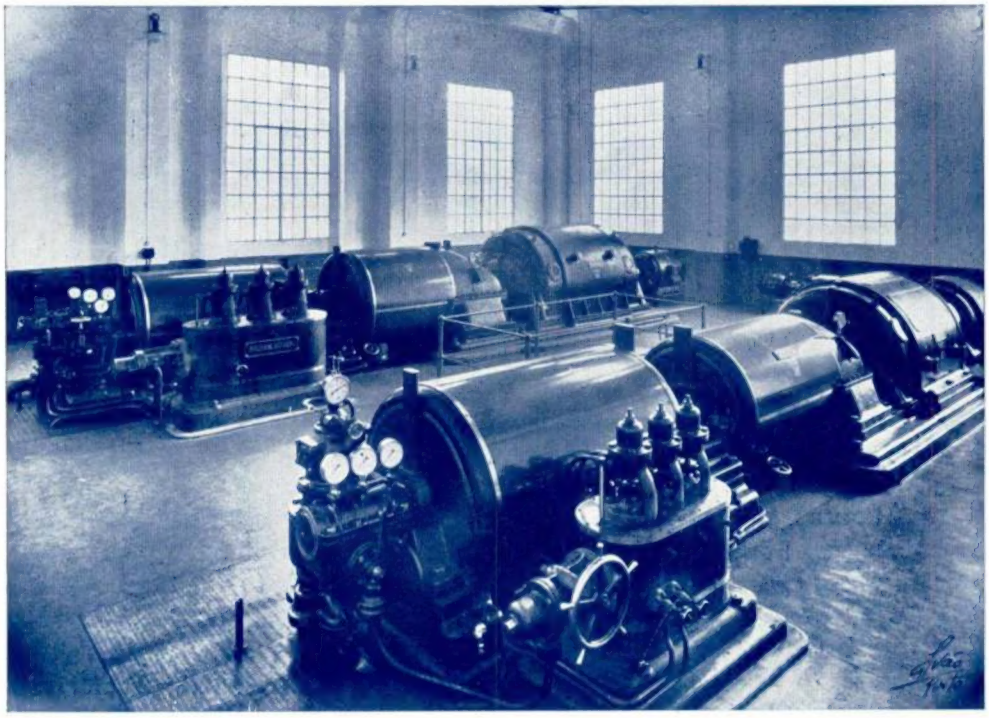
SOCIEDADE ANÓNIMA

BROWN, BOVERI & CIE.

BADEN (SUISSA)

A firma que instalou o maior número de kilowatts nas centrais Eléctricas Portuguesas

A firma que montou o maior número de turbinas a vapor em Portugal



SETÚBAL

Central da Cachofarra da Sociedade de Electrificação Urbana e Rural
Turbo-grupos a vapor «Brown-Boveri» de 2000 e de 6400 kilowatts

Representante geral para Portugal e Colónias:

EDOUARD DALPHIN

Escritório Técnico: Rua Passos Manuel, 191, 2.º // PORTO // Tel. 2 411

Máquinas eléctricas, transformadores, mutadores, aparelhos para alta e baixa tensão. Montagem completa de centrais termo e hidro-eléctricas. Electrificação de fábricas e de caminhos de ferro. Locomotivas, e auto-motoras eléctricas e Diessel-eléctricas. Máquinas de extracção. Turbinas a vapor. Geradores de vapor Velox. Máquinas frigorificas. Grupos e transformadores para a soldadura pelo arco. Fornos eléctricos. Comandos eléctricos especiais para tôdas as máquinas utilizadas nas Fábricas de Fiação, Tecelagem, Acabamentos, Estamparia, Cimento, Moagem, etc.